



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

LAPORAN TUGAS AKHIR TERAPAN - RC146599

**MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA  
RUNGKUT DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL  
(DUAL SISTEM)**

Mahasiswa

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

Dosen Pembimbing

Ir. SUNKONO ,CES  
NIP. 19591130 198601 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018



LAPORAN TUGAS AKHIR TERAPAN - RC146599

**MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA  
RUNKUT DENGAN SRPMK DAN SHEAR WAL  
(DUAL SISTEM)**

Mahasiswa

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

Dosen Pembimbing

Ir. SUNKONO ,CES  
NIP. 19591130 198601 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018



FINAL PROJECT – RC 146599

**MODIFICATION BUILDING OF APARTMENT TOWER  
RUNKUT WITH SRPMK AND SHEAR WALL (DUAL  
SYSTEM)**

Student Name

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP 10111410000037

Supervisor

Ir. SUNGKONO , CES  
NIP. 19591130 198601 1 001

DIPLOMA IV STUDY PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE  
ENGINEERING FACULTY OF VOCATION  
INSTITUT TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018

**MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA  
RUNGKUT DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL(  
DUAL SISTEM)**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelara Sarjana Terapan Teknik Pada  
Program Studi Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Surabaya 1 Agustus 2018

Disusun Oleh :  
MAHASISWA



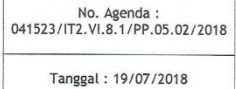
**YOSA CITRA ADITAMA**  
NRP. 10111410000037




01 AUG 2018



Halaman ini sengaja dikosongkan



Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
		
	Ir. Sungkono, CES	-
	NIP 19591130 198601 1 001	NIP -



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**FAKULTAS VOKASI**

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 Yosa Citra Aditama 2  
**NRP** : 10111410000037 2  
**Judul Tugas Akhir** : modifikasi gedung apartemen menara rungkut dengan smpk dan shearwall (Dual system)

**Dosen Pembimbing** :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	22-2-2018	- tebal plat dibuat sama				
		- tinggi balok dibuat sama (h)				
		- dikasih beban angin (pada kolom)		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	6-3-2018	- kuda-kuda atap (SAP 2000)				
		- ukuran lift, dan balok lift		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	15-3-2018	- Denah balok		B	C	K
		- kolom pada perencanaan beam		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- hubungan penulangan pelat				
4	8-4-2018	- Perencanaan denah balok dan shearwall dan kolom		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	16-4-2018	- Perhubungan penulangan plat dan permodelan SAP		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Ket.** :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal

Ket. :  
B = Lebih cepat dari jadwal  
C = Sesuai dengan jadwal  
K = Terlambat dari jadwal

# **MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNKUT DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL (DUAL SISTEM)**

Nama Mahasiswa	: Yosa Citra Aditama
NRP	: 10111410000037
Departemen	: Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Dosen Pembimbing	: Ir. Sungkono CES

## **ABSTRAK**

Proyek Pembangunan Gedung *Apartemen menara runkut* ini dimodifikasi menggunakan metoda *Sistem Ganda*, untuk eksisting dari gedung ini adalah berbentuk siku ganda memiliki jumlah lantai 15 dan tanpa menggunakan shear wall pada bangunan. Bangunan ini berbentuk siku maka memakai sistem *dilatasi* agar bentuknya beraturan yang mana pusat massanya menjadi simetris karena terbagi menjadi dua bangunan. Berdasarkan penelitian terbaru surabaya dilalui oleh 2 patahan baru, yaitu patahan rembang dan kendeng, maka dari itu kota surabaya termasuk rawan terjadinya gempa.

*Sistem Ganda* adalah salah satu sistem struktur yang menjadi solusi untuk merancang bangunan yang kuat dan tahan gempa. Prinsip kerja *sistem ganda* adalah beban gravitasinya dipikul sepenuhnya oleh rangka terbuka, sedangkan beban lateralnya dipikul bersama oleh rangka terbuka dan shearwall. Rangka terbuka sekurang-kurangnya memikul 25% dari beban lateral dan sisanya dipikul oleh shearwall. Diharapkan keduanya jika mengalami gaya lateral yang diakibatkan oleh gempa maka mampu menahan gaya lateral yang terjadi. Shearwall adalah dinding geser yang terbuat dari beton bertulang dimana tulangan-tulangan tersebut yang akan menerima gaya lateral akibat gempa sebesar beban yang telah

direncanakan. Untuk Perhitungan gempanya menggunakan  
*Respons Spektrum*

Kata kunci : *Apartemen menara runkut , Sistem Ganda  
„dilatasi, Respons Spektrum*

# **MODIFICATION BUILDING OF APARTMENT TOWER RUNGKUT WITH SRPMK AND SHEAR WALL (DUAL SYSTEM)**

Student Name : Yosa Citra Aditama  
NRP : 10111410000037  
Departemen : Department of Civil  
Engineering Infrastructure  
Supervisor : Ir. Sungkono CES

## **ABSTRAC**

Building Construction Project This tower rungkut apartment is modified using the Double Systems method, for the existing of this building is a double elbow having 15 floors and without using shear wall in the building. This building is elbow-shaped then using the system of dilatation to form a regular where the center of the mass becomes symmetrical because it is divided into two buildings. Based on recent research surabaya passed by 2 new fault, the fracture of rembang and kendeng, therefore from the city surabaya including earthquake prone.

Dual system is one of structure system which become solution to design strong and earthquake resistant building. The principle of a dual system is that its gravitational load is borne entirely by the open frame, while the lateral load is shared by the open frame and shearwall. Open frames at least shoulder 25% of the lateral load and the remainder is borne by shearwall. Both are expected to experience lateral forces caused by the earthquake is able to withstand lateral forces that occur. Shearwall is a shearwall wall made of reinforced concrete in which the reinforcement will accept lateral forces due to earthquakes of the planned load. For the Earthquake Calculation using Spectrum Response

Keyword : *Apartment tower rungkut, Dual System ,,  
dilatation, Spectrum Response*



## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmannerohim...

Puji syukur saya ucapkan saya ucapkan kepada Allah SWT karena rahmat dan nikmat yang diberikan ,penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL( DUAL SISTEM)”**

Penyusun menyampaikan rasa terima kasih yang sedalamdalamnya atas segala bantuan dan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, kepada:

1. Allah SWT, berkat rahmat-Nya
2. Kedua Orang Tuaku yang tiada henti mendoakan keberhasilanku, memberikan dukungan, semangat dan nasehat, dorongan moral maupun material, memberikan semua yang terbaik buatku
3. Bapak Ir Sungkono CES selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, ilmu dan membantu menyusun laporan tugas akhir ini.
4. Dosen ITS Manyar yang telah memberikan ilmu dari waktu masih mahasiswa baru

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Surabaya, January 2018

Penulis

(Halaman Sengaja Dikosongkan)

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRAC .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Data – Data Bangunan .....	4
1.6 Manfaat .....	8
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Umum .....	9
2.2 Perencanaan Bangunan Tahan Gempa.....	9
2.3.1 Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Gempa.....	10
2.3 Sistem Struktur Bangunan .....	11
2.4.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)	11
2.4.2 Strong-Column/weak-beam .....	12

2.5Sistem Ganda .....	13
2.6 Dinding Geser Beton Bertulang.....	14
2.6.1 Macam Macam Dinding Geser .....	15
2.6.2 Desain Dinding Geser .....	15
2.7 Pondasi.....	17
2.7.1 Daya Dukung Pondasi.....	18
BAB III .....	19
METODOLOGI.....	19
3.1.    Diagram Alir .....	19
3.2.    Preliminary Design .....	21
3.3.    Pembebanan .....	26
3.3.1 Karakteristik Resiko Gempa Bangunan .....	27
3.3.2 Karakteristik Resiko Gempa Wilayah.....	31
3.3.3 Analisis Gempa .....	34
3.4 Perencanaan Struktur Sekunder .....	36
3.4.1 Perencanaan Tangga .....	37
3.5 Analisa Struktur .....	37
3.6 Perencanaan Struktur Primer .....	37
3.6.1 Perencanaan Penulangan Pelat.....	38
3.6.2 Perencanaan Penulangan Balok .....	38
3.6.3 Perencanaan Penulangan Kolom.....	48
3.6.4 Persyaratan Perhitungan Kolom SRPMK .....	52
3.7 Hubungan Balok Kolom .....	53

3.8 Perhitungan Shear Wall .....	56
3.9 Perencanaan pondasi .....	57
3.10. Metode Pelaksanaan Pelat dan Balok .....	60
BAB IV .....	63
PRELIMINARY DESIGN.....	63
4.1. Data Perencanaan.....	63
4.2. Preliminary Balok .....	63
4.2.1. Preliminary Balok Induk.....	63
4.2.2. Preliminary Balok Anak.....	66
4.3. Preliminary Plat .....	67
4.4. Preliminary Dimensi Kolom.....	75
4.5. Preliminary Tebal Shear Wall.....	76
4.6. Preliminary Balok Bordes.....	77
4.7. Perencanaan Tangga .....	78
4.8. Perencanaan Balok Lift.....	80
BAB V .....	81
ANALISA PEMBEBANAN .....	81
5.1. Umum .....	81
5.2. Beban Gravitasi.....	81
5.2.1. Beban Mati (DL).....	81
5.3. Beban Hidup(LL).....	85
5.4. Beban Hujan.....	86
5.5. Beban Angin .....	86

5.6.	Beban Gempa.....	92
5.6.1.	Kategori Resiko Struktur .....	92
5.6.2.	Faktor Keutamaan Gempa .....	92
5.6.3.	Kelas Situs .....	93
5.6.4.	Parameter Percepatan Gempa .....	94
5.6.5.	Koefisien Situs .....	94
5.6.6.	Parameter Percepatan Desain Spektral.....	95
5.6.7.	Kategori Desain Seismik (KDS) .....	96
5.6.8.	Parameter Struktur .....	97
5.6.9.	Analisa Respons Spektrum .....	97
5.7.	Kombinasi Pembebanan.....	99
BAB VI.....		101
PERMODELAN STRUKTUR .....		101
6.1	Permodelan Struktur .....	101
6.1.1.	Mass source.....	101
6.1.2.	Arah Gaya Gempa.....	102
6.1.3.	Faktor Skala Gaya Beban Gempa Spektrum SAP 2000 untuk SRPM.....	103
6.1.4.	Kontrol Periode Fundamental Struktur (T) .....	104
6.1.5.	Kontrol Base Reaction .....	107
6.1.6.	Kontrol Dual Sistem.....	108
6.1.7.	Kontrol Partisipasi Massa .....	109
6.1.8.	Kontrol Simpangan Antar Lantai .....	113

BAB VII.....	121
STRUKTUR SEKUNDER .....	121
7.1. Perhitungan Plat Lantai .....	121
7.2. Analisisi Struktur Plat Lantai .....	121
7.2.1. Perhitungan Plat Dua Arah .....	124
7.2.2. Penulangan Plat Lantai Satu Arah.....	135
7.3. Desain Plat Tangga dan Bordes .....	146
7.4. Desain Balok Bordes.....	151
7.5. Desain Balok Penggantung Lift .....	162
7.6. Desain Balok Anak .....	173
Perhitungan Baja .....	183
Perhitungan Atap Baja .....	183
7.7. Gording .....	183
7.8. Perhitungan Penggantung Gording .....	193
7.9. Perhitungan Ikatan Angin .....	195
7.10. Perhitungan Kuda Kuda.....	199
7.11. Perhitungan Kolom Baja.....	213
7.12. Perencanaan Balok Pengaku Baja.....	222
7.13. Perhitungan Sambungan Kuda Kuda dan Kolom	231
7.14. Perhitungan Sambungan Balok Kolom.....	240
7.15. Perhitungan Sambungan Antar Kuda Kuda ....	247
7.16. Perhitungan Plat Landas.....	255

BAB VIII .....	263
DESAIN STRUKTUR PRIMER .....	263
8.1. Umum .....	263
8.2. Desain Balok Induk.....	263
8.3. Perhitungan Struktur Kolom .....	292
8.4. Desain Hubungan Balok Kolom .....	305
8.5. Perencanaan Struktur Shearwall .....	308
BAB IX DESAIN STRUKTUR BAWAH .....	319
9. Umum .....	319
9.1. Perhitungan Pondasi.....	319
9.2. Balok Sloof .....	341
BAB X .....	349
METODE PELAKSANAAN .....	349
10.1. Metode Pelaksanaan Balok Plat.....	349
10.2. Pemasangan Bekisting .....	349
10.3. Pembongkaran Bekisting .....	354
BAB XI .....	361
KESIMPULAN.....	361
Lampiran 1 (Data Material ) .....	
Lampiran 2 ( Data Tanah ).....	
Biodata Penulis .....	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Keutamaan Gempa .....	10
Tabel 2. 2 Faktr Resiko Bangunan.....	11
Tabel 3. 1 Tabel Rumus Lendutan Pelat .....	22
Tabel 3. 2 Kategori Resiko Gempa Berdasarkan Pemanfaatan .....	27
Tabel 3. 3 Faktor Keutamaan Gempa .....	31
Tabel 3. 4 Panjang penyaluran tulangan Terhadap Balok.....	43
Tabel 4. 1 Rekap Dimensi Balok Induk.....	65
Tabel 4. 2 Rekap Balok Induk .....	67
Tabel 4. 3 Rangkuman tebal Plat .....	75
Tabel 5. 1 Tabe erhitungan Balok Penggantung Lift .....	85
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Perhitungan Beban Angin .....	89
Tabel 5. 3 Rekapitulasi Beban angin.....	91
Tabel 5. 4 Nilai N SPT.....	93
Tabel 5. 5 Koefisien Situs Fa.....	95
Tabel 5. 6 Koefisien Situs, Fv.....	95
Tabel 5. 7 KDS berdasar RS periode 1 sec .....	96
Tabel 6. 1 Output Kntrol Gaya Geser Dasar .....	107
Tabel 6. 2 Output Kontrol Gaya Geser Dasar .....	107
Tabel 6. 3 Cek Kontrol Dual Sistem.....	108
Tabel 6. 4 Cek Kontrol Dual Sistem Bangunan 2.....	109
Tabel 6. 5 Kontrol Partisipasi Massa Bangunan 1 .....	109
Tabel 6. 6 Kontrol Partisipasi Massa Bangunan 2 .....	111
Tabel 6. 7 Rumus Analisa Simpangan Defleksi Berdasarkan Struktur Bangunan .....	115
Tabel 6. 8 Rekap Hasil Defleksi Bangunan 1 arah X .....	115
Tabel 6. 9 Rekap Hasil Defleksi Bangunan 1 arah Y .....	116

Tabel 6. 10 Rekap Hasil Defleksi Bangunan 2 arah X.....	117
Tabel 6. 11 Rekap Hasil Defleksi Bangunan 2 arah X .....	118
Tabel 7. 1 Tabel Rumus Momen Plat Berdasar PBI 71 .....	123
Tabel 8. 1 Momen yang Terjadi pada Balok.....	266
Tabel 8. 2 Perhitungan Gaya Geser akibat Goyangan ke kiri dan kanan .....	283
Tabel 8. 3 kebutuhan luasan sengkang perlu dan pakai .....	300
Tabel 8. 4 kebutuhan sengkang pada Joint .....	306
Tabel 9. 1 Tabel daya dukung ijin tekan tanah .....	320
Tabel 9. 2 Kombinasi akibat kombinasi 1D + 1L .....	323
Tabel 9. 3 Kombinasi akibat kombinasi 1,2D + 1L + 1Ex .	324
Tabel 9. 4 Kombinasi 1,2D + 1L + 1Ex.....	325
Tabel 9. 5 Perhitungan Eksentrisitas Akibat 1D + 1L .....	327
Tabel 9. 6 Perhitungan Eksentrisitas Akibat 1,2D + 1L + 1X .....	329
Tabel 9. 7 kombinasi beban 1,2D+1L+1Ey.....	330

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Gambar Eksisting .....	5
Gambar 1. 2 Eksisting Tampak .....	6
Gambar 1. 3 Eksisting Tampak Samping .....	6
Gambar 1. 4 Gedung yang Akan dimodifikasi .....	7
Gambar 1. 5 Tampak Memanjang Modifikasi .....	7
Gambar 1. 6 Tampak Samping .....	8
Gambar 2. 1 Mekanisme Strong Coloumn Weak Beam .....	13
Gambar 2. 2 Macam Dinding Geser .....	15
Gambar 2. 3 Letak dinding Geser .....	17
Gambar 2. 4 Daya Dukung Pondasi .....	18
Gambar 3. 1 Peta Wiayah S1 .....	32
Gambar 3. 2 Peta Wilayah Ss .....	33
Gambar 3. 3 Respons Spektrum Gempa .....	33
Gambar 3. 4 Panjang Bersih Balok .....	40
Gambar 3. 5 Gaya Geser Desain Untuk Balok .....	41
Gambar 3. 6 Gaya Geser Desain Untuk Balok .....	41
Gambar 3. 7 Gaya Aksial Pada Kolom .....	50
Gambar 3. 8 Gaya Geser Pada Kolom .....	50
Gambar 3. 9 Hubungan Balok Kolom .....	54
Gambar 3. 10 Efisiensi Kelompok Tiang .....	59
Gambar 4. 1 Balok Induk L 6000 mm .....	63
Gambar 4. 2 Balok Induk bentang 5500 .....	64
Gambar 4. 3 Balok Induk bentang 4500 .....	65
Gambar 4. 4 Balok Induk bentang 5500 .....	66
Gambar 4. 5 Balok Induk bentang 4500 .....	66
Gambar 4. 6 Plat 4500 x 3000 .....	68
Gambar 4. 7 Lebar Efektif Plat .....	69

Gambar 5. 1 Reaksi Gaya Akibat Beban Lift .....	83
Gambar 5. 2 Pembebanan Pada Balok Penggantung Lift .....	84
Gambar 5. 3 Pengaruh Angin Pada Dinding.....	88
Gambar 5. 4 Pengaruh Beban Angin Pada Atap .....	89
Gambar 5. 5 Nilai S1,Percepatan Batuan Periode 1 Detik....	94
Gambar 5. 6 Nilai Ss,Percepatan Batuan Dasar pada Periode Berdasar gambar 21 dan 22 maka nilai S1 dan Ss adalah 0,25 dan 0,6.....	94
Gambar 5. 7 Respons Spektrum Desain.....	99
Gambar 6. 1 Permodelan Bangunan dengan Bangunan SAP 2000 .....	10
1	
Gambar 6. 2 Mas Source pada SAP 2000.....	102
Gambar 6. 3 Gaya Gempa pada Arah X .....	103
Gambar 6. 4 Gaya Gempa pada Arah Y .....	104
Gambar 6. 5 Kontrol Simpangan Defleksi.....	114
Gambar 7. 1 Plat Lantai 2 Arah yang Ditinjau.....	124
Gambar 7. 2 Plat Lantai 1 Arah yang Ditinjau .....	135
Gambar 7. 3 Permodelan Tangga Pada SAP 2000.....	147
Gambar 7. 4 Perhitungan Gaya Geser pada Balok Bordes .	156
Gambar 7. 5 Sayart panjang Penyaluran Kaiyt .....	162
Gambar 7. 6 Balok Penggantung Lift .....	162
Gambar 7. 7 Momen yang terjadi pada lift .....	163
Gambar 7. 8 Geser yang terjadi pada balok lift .....	163
Gambar 7. 9 Torsi yang terjadi pada balok lift .....	163
Gambar 7. 10 Penulangan Geser pada Penggantung Lift ...	168
Gambar 7. 11 Detail Penyaluran Kait .....	172
Gambar 7. 12 Balok Anak yang Ditinjau.....	173

Gambar 7. 13 Momen yang terjadi pada balok .....	173
Gambar 7. 14 Geser yang terjadi pada balok .....	173
Gambar 7. 15 Torsi yang terjadi pada balok.....	174
Gambar 7. 16 Perhitungan Geser pada Balok Anak .....	178
Gambar 7. 17 Detail Penyaluran Kait .....	182
Gambar 7. 18 Atap Baja.....	183
Gambar 7. 19 Jarak Antar Gording .....	184
Gambar 7. 20 Gambar Profil CNP .....	184
Gambar 7. 21 Perhitungan Beban pada Atap.....	185
Gambar 7. 22 Momen yang Terjadi pada Gording .....	187
Gambar 7. 23 Jarak Antar Penggantung Gording .....	193
Gambar 7. 24 Gaya pada Ikatan Angin.....	196
Gambar 7. 25 Gaya yang terjadi dihitung menggunakan ritter .....	197
Gambar 7. 26 Penampang Profil WF.....	200
Gambar 7. 27 Gaya yang Terjadi pada Kuda Kuda .....	201
Gambar 7. 28 Input Beban Mati pada SAP 2000.....	201
Gambar 7. 29 Input Beban Hidup pada SAP 2000 .....	202
Gambar 7. 30 Input Beban Angin pada SAP 2000 .....	202
Gambar 7. 31 Kolom Baja yang Dihitung .....	213
Gambar 7. 32 Penampang Profil WF.....	213
Gambar 7. 33 Balok Pengaku .....	222
Gambar 7. 34 Gambar Penampang Profil .....	224
Gambar 7. 35 Sambungan Kuda Kuda dan Kolom.....	231
Gambar 7. 36 Konfigurasi Baut pada Sambungan Kolom - Kuda Kuda .....	233
Gambar 7. 37 Gaya yang Terjadi pada Sambungan Momen .....	235

Gambar 7. 38 Gaya yang Terjadi pada Sambungan Momen .....	237
Gambar 7. 39 Sambungan Balok Kolom .....	240
Gambar 7. 40 Gaya yang Terjadi pada Saambungan Baut .	243
Gambar 7. 41 Gaya yang Terjadi pada Saambungan Baut .	244
Gambar 7. 42 Sambungan Las pada Balok - Kolom.....	246
Gambar 7. 43 Sambungan Antar Kuda Kuda .....	247
Gambar 7. 44 Sambungan Baut pada Pertemuan Kuda kuda .....	251
Gambar 7. 45 Gaya pada Sambungan Baut .....	252
Gambar 7. 46 perencanaan Sambungan Las .....	253
Gambar 7. 47 Plat Landas .....	255
Gambar 8. 1 Balok yang akan ditinjau.....	263
Gambar 8. 2 Gaya aksial yang Terjadi pada Balok.....	264
Gambar 8. 3 Gaya Geser yang Terjadi pada Balok.....	265
Gambar 8. 4 Gaya Geser yang Terjadi pada Balok.....	265
Gambar 8. 5 Momen akibat gaya grafitasi .....	265
Gambar 8. 6 Momen akibat gempa .....	265
Gambar 8. 7 Momen akibat kombinasi grafitasi dan gempa .....	266
Gambar 8. 8 Gaya Akibat Kombinasi 1,2D + 1,6L .....	280
Gambar 8. 9 Gaya dari Output SAP 2000.....	280
Gambar 8. 10 Gaya Geser Goyangan ke Kanan .....	281
Gambar 8. 11 Gaya Geser Goyangan ke Kiri .....	282
Gambar 8. 12 Panjang Penyaluran Tulangan Berkait .....	292
Gambar 8. 13 Diagram Interaksi Kolom Desain.....	295
Gambar 8. 14 Penulangan Kolom pada SPColumn .....	295
Gambar 8. 15 Output Diagram Interaksi P-M Kolom Atas .....	296

Gambar 8. 16 Join yang Akan Ditinjau.....	305
Gambar 8. 17 Lokasi Shearwaall yang Ditinjau .....	308
Gambar 8. 18 Diagram Interaksi Shearwall.....	313
Gambar 8. 19 hasil control point dari SPColumn .....	315
Gambar 9. 1 Denah Rencana Pondasi.....	319
Gambar 9. 2 Pondasi Tipe PC 3 .....	326
Gambar 9. 3 Bidang Kritis Geser Satu Arah Akibat Kolom .....	332
Gambar 9. 4 Bidang Kritis Geser Dua Arah Akibat Kolom .....	333
Gambar 9. 5 Bidang Kritis Geser Dua Arah Akibat Tiang Pancang.....	336
Gambar 9. 6 Mekanika Gaya pada Poer Arah Y.....	338
Gambar 9. 7 Balok Sloof yang Ditinjau.....	342
Gambar 9. 8 Momen yang Terjadi pada Sloof.....	342
Gambar 9. 9 Momen pada Sloof .....	345
Gambar 9. 10 Analisis Penulangan Balok sloof dengan SP Column.....	345
Gambar 9. 11 Diagram Interaksi P-M pada Program SP Column.....	346
Gambar 9. 12 Gaya Geser Sloof .....	346
Gambar 10. 1 fabrikasi Besi.....	349
Gambar 10. 2 Pemasangan Bekisting Balok .....	350
Gambar 10. 3 Pemasangan Bekisting Plat .....	351
Gambar 10. 4 Pembesian Balok.....	352
Gambar 10. 5 Penulangan Plat.....	353
Gambar 10. 6 Pengecoran Balok dan Plat.....	354
Gambar 10. 7 Pembongkaran Plywood.....	355
Gambar 10. 8 Pembongkaran Scaffolding Penyangga Plat..	356

Gambar 10. 9 Pembongkaran Bodeman .....	357
Gambar 10. 10 Pembongkaran Bodeman .....	357
Gambar 10. 11 Pembongkaran suri suri dan gelagar .....	358
Gambar 10. 12 Pembongkaran Scaffolding .....	359



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Surabaya merupakan salah satu kota besar di Indonesia. Oleh karena itu banyak pendatang yang datang ke Surabaya untuk mencari nafkah. Oleh karena itu kebutuhan akan tempat tinggal semakin meningkat yang mana harus berbanding lurus dengan bertambahnya jumlah penduduk. Lahan yang terbatas membuat salah satu faktor adanya hunian tempat tinggal yang dibangun secara vertikal atau biasa kita sebut dengan gedung bertingkat. Selain bisa memanfaatkan lahan yang terbatas tersebut, gedung bertingkat mampu menampung penghuni yang lebih banyak dan menghindari kesenjangan hidup dengan lahan yang sempit dan kumuh. Oleh karena itu, diperlukannya pembangunan apartemen untuk memenuhi kebutuhan akan hunian.

Gedung apartemen menara runkut merupakan salah satu Gedung yang terletak di Surabaya. Apartemen menara runkut terletak di daerah runkut, kota Surabaya beralamat jalan K Abdul Karim nomor 37 - 39. Gedung apartemen menara runkut memiliki bentuk siku dengan memiliki 15 lantai. Perlu diketahui bahwa Indonesia terletak pada jalur Ring Of Fire yang mana jalur patahan dan membuat Indonesia khususnya sering diguncang gempa kota Surabaya berdasar peta gempa terbaru, maka Surabaya juga termasuk kedalam daerah resiko gempa tinggi. Maka dari itu diperlukan modifikasi desain struktur dengan mempertimbangkan resiko gempa yang ada, sehingga pada waktu terjadi gempa korban jiwa dan kerugian dapat diminimalisir dengan struktur yang kokoh.

Kerusakan gedung dapat diminimalisirkan dengan beberapa sistem penahan beban gempa salah satunya memakai sistem ganda. Sistem ganda (dual system) adalah

salah satu sistem struktur yang beban gravitasinya dipikul sepenuhnya oleh rangka utama, sedangkan beban lateral (beban gempa) dipikul bersama oleh rangka utama dan dinding struktur ( Shear Wall ). Rangka Utama sekurangnya memikul 25% dari beban lateral dan sisanya dipikul oleh dinding struktur. (Purwono 2005).

Sistem Penahan Rangka Momen Khusus (SPRMK) adalah system rangka ruang dalam mana komponen-komponen struktur dan joint-jointnya menahan gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial, system ini pada dasarnya memiliki daktilitas biasanya digunakan untuk bangunan yang berada di daerah resiko gempa tinggi. Umumnya bangunan di Indonesia memakai SPRMK

Shear Wall sendiri berfungsi sebagai penahan gerakan gempa dari samping. Karena adanya shear wall, mekanisme plastis yang biasanya terjadi ketika struktur mengalami beban gempa akan dialirkan menuju kaki shear wall, sehingga perencanaan struktur bangunan strong column weak beam dapat direncanakan dengan tepat. Selain itu, pemasangan shear wall dapat mengurangi simpangan antar tingkat ini terjadi karena besarnya kekakuan bangunan menjadi lebih besar dibandingkan bangunan gedung yang tidak mempunyai shear wall. (Firdaus2005)

Pada Tugas Akhir Terapan kali ini akan dilakukan modifikasi struktur yang sebelumnya direncanakan dengan 15 lantai pada salah satu bagian gedung, ini akan dimodifikasi dengan tambahan shearwall pada tiap gedung. Untuk menunjang Tugas Akhir Terapan ini ,peraturan yang

dipakai adalah SNI 1726 - 2012 , SNI 2847 - 2013 , SNI 1727 – 2013.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berikut adalah beberapa masalah yang ditinjau dalam memodifikasi perencanaan gedung Apartemen Menara Rungkut adalah:

1. Bagaimana merencanakan modifikasi struktur gedung dengan dual sistem ?
2. Bagaimana merencanakan struktur utama yang meliputi balok,kolom,dan dinding Struktural (Shear wall) ?
3. Bagaimana menghitung struktur sekunder yang meliputi pelat lantai,pelat tangga,balok tangga?
4. Bagaimana mengetahui letak Shear Wall yang menghasilkan struktur gedung yang kuat?
5. Bagaimana merencanakan pondasi yang sesuai dengan beban yang dipikul ?

## **1.3 Maksud dan Tujuan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari modifikasi perencanaan gedung Apartemen Menara Rungkut dengan menggunakan dual sistem adalah:

1. Merencanakan modifikasi struktur gedung dengan dual sistem.
2. Menghitung struktur sekunder yang meliputi pelat lantai,pelat tangga,balok tangga
3. Menghitung struktur utama yang meliputi balok, kolom, sloof dan dinding struktural (Shear wall).

4. Mengetahui letak shear wall yang menghasilkan struktur gedung yang kuat.
5. Menghitung pondasi yang sesuai dengan besarnya beban yang dipikul.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Pembahasan dan permasalahan pada tugas akhir ini dibatasi oleh beberapa hal meliputi:

1. Tidak meninjau pada segi arsitekturalnya
2. Perencanaan tidak termasuk sistem utilitas, kelistrikan dan sanitasi
3. Analisa menggunakan SAP 2000

dapat memahami referensi perencanaan struktur gedung yang menggunakan metode dual system sesuai SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2013 dikemudian hari.

#### **1.5 Data – Data Bangunan**

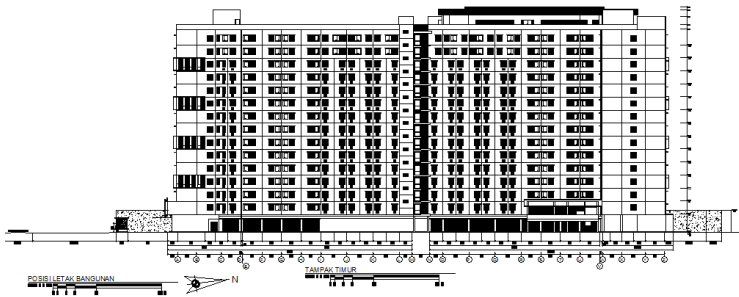
Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini data bangunan yang akan digunakan yaitu :

- Tipe Bangunan : Apartemen
- Lokasi : Rungkut , Surabaya
- Jumlah lantai : 15

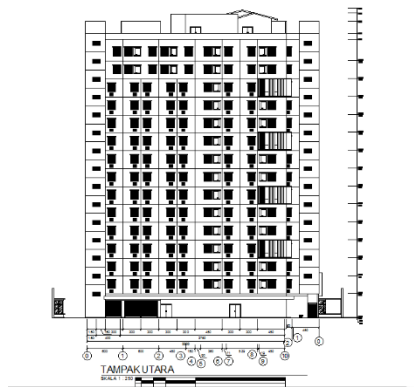
Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini data bangunan yang akan dimodifikasi adalah:

- Tipe Bangunan : Apartemen
- Lokasi : Rungkut , Surabaya
- Jumlah lantai : 15 + bangunan atap





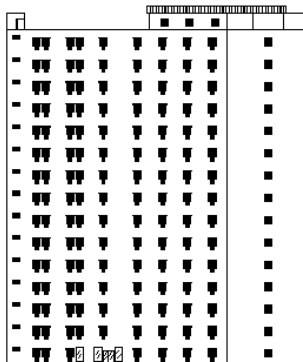
Gambar 1. 2 Eksisting Tampak



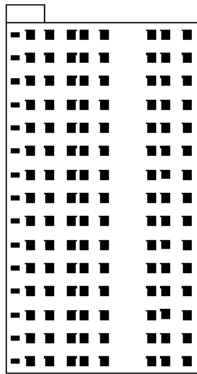
Gambar 1. 3 Eksisting Tampak Samping



Gambar 1. 4 Gedung yang Akan dimodifikasi



Gambar 1. 5 Tampak Memanjang Modifikasi



Gambar 1. 6 Tampak Samping

## 1.6 Manfaat

Dengan mengerjakan Tugas Akhir ini diharapkan mahasiswa dapat menerapkan ilmu perencanaan dan menambah pengetahuan akan perencanaan struktur gedung dengan metode dual system sesuai SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2013.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Perencanaan modifikasi pada gedung Apartemen Menara Rungkut Surabaya ini menggunakan Sistem Ganda dengan letak bangunan yang berada pada zona gempa Surabaya dimana perancangan struktur gedung tahan gempa dengan menganalisis beban gempa menggunakan Respons spektrum. perhitungan sistem rangka gedung dan dinding struktural didasarkan pada tata cara SNI 03-1726-2012 untuk sni gempa dan SNI 2847 2013 untuk perencanaan beton bertulang selain itu untuk pembebanannya menggunakan SNI 1726 2012. Gedung yang memiliki ketinggian 15 lantai akan dimodifikasi dengan tambahan Shear Wall .Perancangan bangunan tahan gempa diadopsi hampir seluruh negara di dunia mengikuti ketentuan berikut:

1. Gempa kecil bangunan tidak boleh mengalami kerusakan.
2. Gempa menengah komponen struktural tidak boleh rusak, namun komponen non-struktural diijinkan mengalami kerusakan.
3. Gempa kuat komponen struktural boleh mengalami kerusakan, namun bangunan tidak boleh mengalami keruntuhan

#### **2.2 Perencanaan Bangunan Tahan Gempa**

(Budiono 2011 dalam Suhaimi 2014) menyatakan bahwa membangun bangunan yang dapat menahan bangunan tahan

gempa adalah tidak ekonomis. Oleh karena itu prioritas utama dalam membangun bangunan tahan gempa adalah terciptanya suatu bangunan yang dapat mencegah terjadinya korban, serta memperkecil kerugian harta benda. Filosofi perancangan bangunan tahan gempa diadopsi hampir seluruh negara di dunia mengikuti ketentuan berikut ini, pada:

1. Gempa kecil bangunan tidak boleh mengalami kerusakan.
2. Gempa menengah komponen struktural tidak boleh rusak, namun komponen non-struktural diijinkan mengalami kerusakan.
3. Gempa kuat komponen struktural boleh mengalami kerusakan, namun bangunan tidak boleh mengalami keruntuhan.

### 2.3.1 Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Gempa

Pengaruh gempa rencana harus dikalikan dengan faktor keutamaan rencana gempa 1. Untuk tabelnya dapat dilihat pada tabel 1 pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 1 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sedangkan faktor keutamaan gempa diatas didapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Tabel 2. 2 Faktr Resiko Bangunan

<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
---	----

Dari tabel diatas didapat faktor keutamaan gempa pada risiko ke 2 dan nilai  $I_e$  1,25.

### 2.3 Sistem Struktur Bangunan

Untuk sistem struktur bangunan ini menggunakan gabungan SRPMK dan Shear wall

#### 2.4.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Desain struktur beton bertulang dengan SRPMK saat ini,wajib digunakan untuk wilayah yang memiliki resiko gempa tinggi (Kategori desain seismik D,E dan F dalam SNI 1726-2012) SRPMK dapat digunakan juga dalam kategori desain seismik A, B dan C, namun perlu diperhatikan jika tidak ekonomis. Struktur SPRMK diharapkan memiliki tingkat daktilitas yang tinggi, yaitu mampu menerima mengalami siklus respon inelastis pada saat menerima beban gempa rencana. Pendetailan dalam ketentuan SRPMK adalah untuk memastikan bahwa respon inelastis dari strukur bersifat daktil. Prinsip ini terdiri dari tiga:

1. Strong-Column/weak-beam yang bekerja menyebar di sebagian besar lantai.

2. Tidak terjadi kegagalan geser pada balok, kolom dan joint.
3. Menyediakan detail yang memungkinkan perilaku daktail.

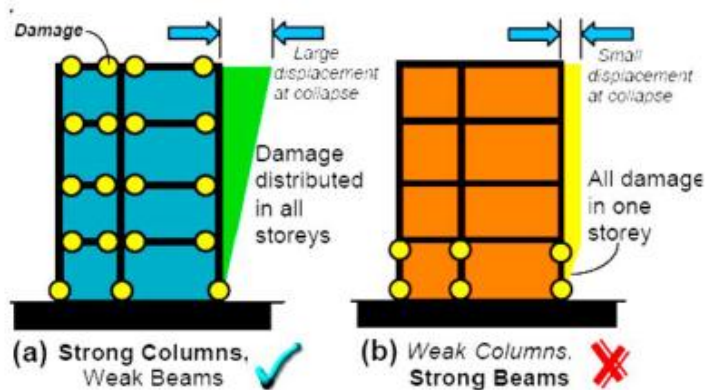
#### **2.4.2 Strong-Column/weak-beam**

Metode desain kapasitas pada dasarnya diaplikasikan pada perancangan struktur tahan gempa dengan tujuan agar bentuk-bentuk keruntuhan yang sifatnya getas tidak muncul dalam mekanisme disipasi energi yang dihasilkan oleh struktur. Untuk mendapatkan struktur yang bersifat daktail. Beberapa ketentuan SRPMK:

1. Tulangan sengkang dipasang dengan rapat terutama pada bagian struktur yang mengalami kelelahan seperti hubungan balok-kolom untuk mencegah keruntuhan geser
2. Pada analisa kekuatan geser pada balok atau kolom, kekuatan geser dari beton ( $V_c$ ) diabaikan terutama pada balok yang mengalami gaya aksial kecil, sehingga hanya tulangan saja yang menahan gaya geser.
3. Lokasi dan pendetailan splice untuk mencegah keruntuhan akibat splice

Mekanisme sendi plastis terbentuk di ujung-ujung balok dan di dasar kolom bawah. Hal ini hanya dapat dicapai melalui penerapan persyaratan-persyaratan detailing penulangan yang terencana dengan baik. Beberapa persyaratan detailing SRPMK (SNI 2847:2013 Pasal 21.5)

pada dasarnya diformulasikan dengan menerapkan konsep desain kapasitas. Sebagai contoh dapat dilihat pada perencanaan Strong-Column/Weak-Beam pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 1 Mekanisme Strong Coloumn Weak Beam

## 2.5Sistem Ganda

Sistem Ganda atau Dual System adalah salah satu sistem struktur yang beban gravitasinya dipikul sepenuhnya oleh kolom, sedangkan beban lateralnya dipikul bersama oleh kolom dan Shear Wall (Dinding Geser). Menurut SNI 03-1726-2012 pasal 7.2.5.1 menyebutkan bahwa, untuk Sistem Ganda, rangka pemikul momen harus mampu menahan paling sedikit 25% gaya gempa desain. Tahanan gaya gempa total harus disediakan oleh kombinasi rangka pemikul momen dan dinding geser dengan distribusi yang proporsional terhadap kekakuannya. Karena Shear Wall dan kolom dalam Dual System merupakan satu kesatuan struktur maka diharapkan keduanya dapat mengalami defleksi lateral yang sama atau setidaknya kolom mampu

mengikuti defleksi lateral yang terjadi. Shear Wall sendiri artinya adalah Dinding Geser yang terbuat dari beton bertulang dimana tulangan-tulangan tersebut yang akan menerima gaya lateral akibat gempa sebesar beban yang telah direncanakan. Penggunaan sistem struktur Dual System sendiri sangat cocok dalam pembangunan struktur gedung di wilayah gempa kuat (Tavio & Kusuma, 2009).

## 2.6 Dinding Geser Beton Bertulang

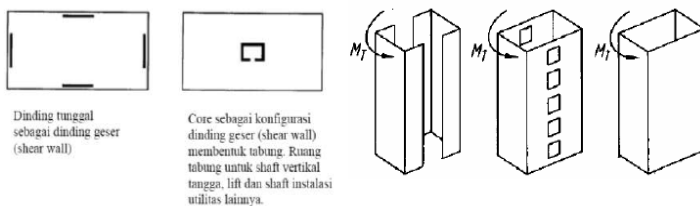
Dinding geser adalah komponen struktur untuk meningkatkan kekakuan struktur dan menahan gaya – gaya lateral. Jenis dinding geser biasanya dikategorikan berdasarkan geometrinya yaitu :

- a) Flexural wall (dinding langsing) ,dinding geser yang memiliki rasio  $h_w/l_w \geq 2$  , dimana desain dikontrol oleh perilaku lentur sehingga memiliki rasio perbandingan  $M/V$  yang tinggi.
- b) Squat wall (dinding pendek) , dinding geser yang memiliki rasio  $h_w/l_w \leq 1$  atau 2, dimana desain dikontrol oleh perilaku geser sehingga memiliki rasio perbandingan  $M/V$  yang rendah.
- c) Coupled shear wall(dinding berangkai) , dimana momen guling yang terjadi akibat gaya gempa ditahan oleh sepasang dinding yang dihubungkan oleh balok – balok perangkai sebagai gaya – gaya tarik dan tekan yang bekerja pada masing – masing dasar pasangan dinding tersebut.

### 2.6.1 Macam Macam Dinding Geser

Dinding geser (Menurut Mufida 2008) berdasarkan macamnya dibagi menjadi dua yaitu:

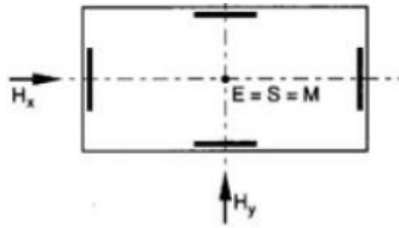
- a) Sebagai Dinding Tunggal
- b) Dinding geser dibentuk membentuk core



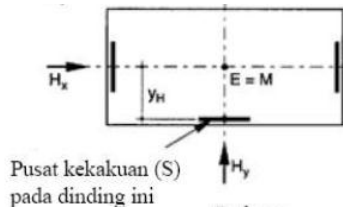
Gambar 2. 2 Macam Dinding Geser

### 2.6.2 Desain Dinding Geser

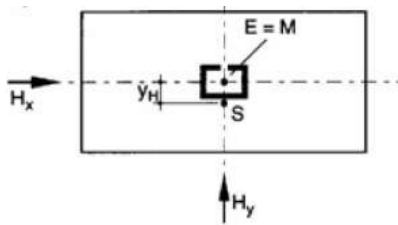
Untuk letak dinding geser sendiri harus diatur sedemikian rupa agar tidak terjadi torsi yang berlebihan pada bangunan, hal ini harus dihindari karena saat terkena gaya horisontal terutama gempa akan terjadi torsi, maka akan membahayakan struktur, terutama kolom dan dapat menimbulkan kerusakan pada kolom. Selain itu, dinding geser juga harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kekangan (restrain) pada plat lantai ketika mengalami susut atau perubahan temperatur. Hal ini dapat dijelaskan pada gambar berikut:



A

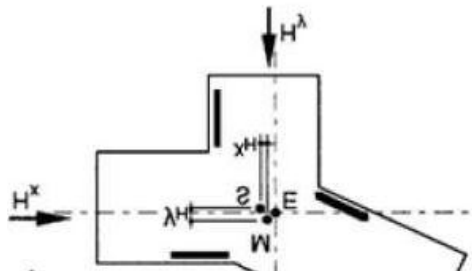


B



C



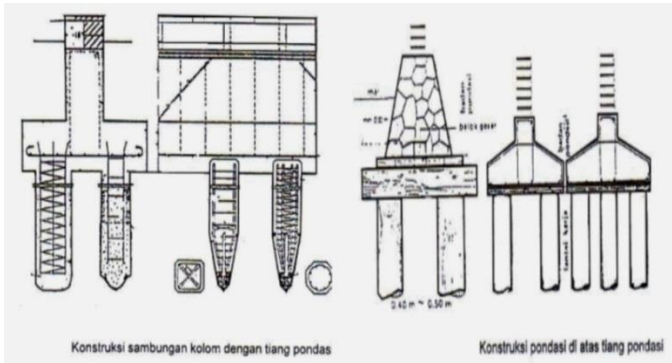


D

Gambar 2. 3 Letak dinding Geser

## 2.7 Pondasi

Pondasi merupakan komponen struktur bangunan yang terbawah dan berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah yang diterima dari kolom. Struktur pondasi sangat penting mengingat sebagai struktur terbawah dalam menahan beban struktur di atasnya. Pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang. Terdapat dua macam pondasi yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam, tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi. Dikatakan pondasi dangkal apabila perbandingan antara kedalaman pondasi ( $D$ ) dengan diameternya ( $B$ ) kurang dari 4 atau 5 ( $\frac{D}{B} < 4$  atau 5). Untuk pondasi dalam perbandingan antara kedalaman pondasi ( $D$ ) dengan diameternya ( $B$ ) adalah 10 ( $\frac{D}{B} \geq 10$ ).



Gambar 2. 4 Daya Dukung Pondasi

### 2.7.1 Daya Dukung Pondasi

Daya dukung pada pondasi tiang pancang ditentukan oleh dua hal, yaitu daya dukung perlawanan tanah dari unsur dasar tiang pondasi ( $Q_p$ ) dan daya dukung tanah dari unsur lekatan lateral tanah ( $Q_r$ ). Sehingga daya dukung total dari tanah dapat dirumuskan :

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

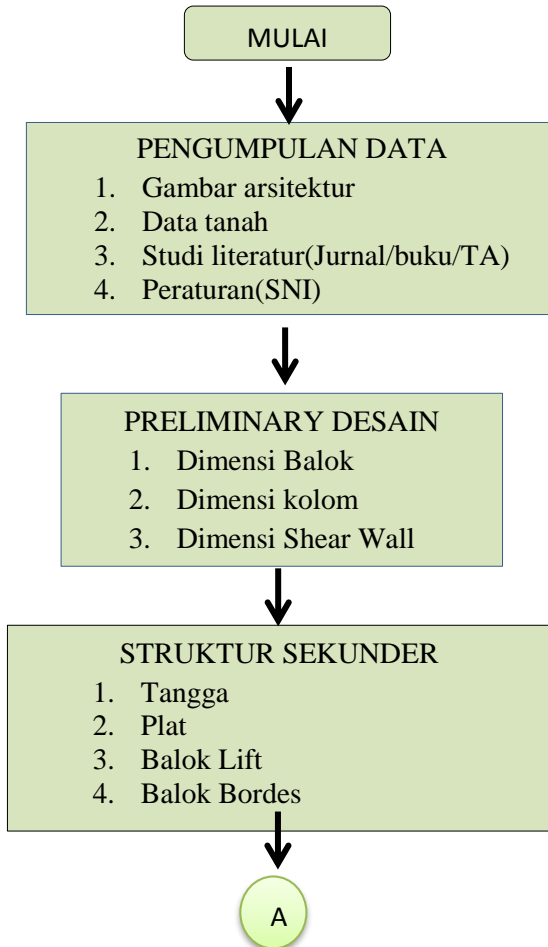
Di samping peninjauan berdasarkan kekuatan tanah tempat pondasi tiang pancang ditanam, daya dukung suatu tiang juga harus ditinjau berdasarkan kekuatan bahan tiang pancang tersebut.

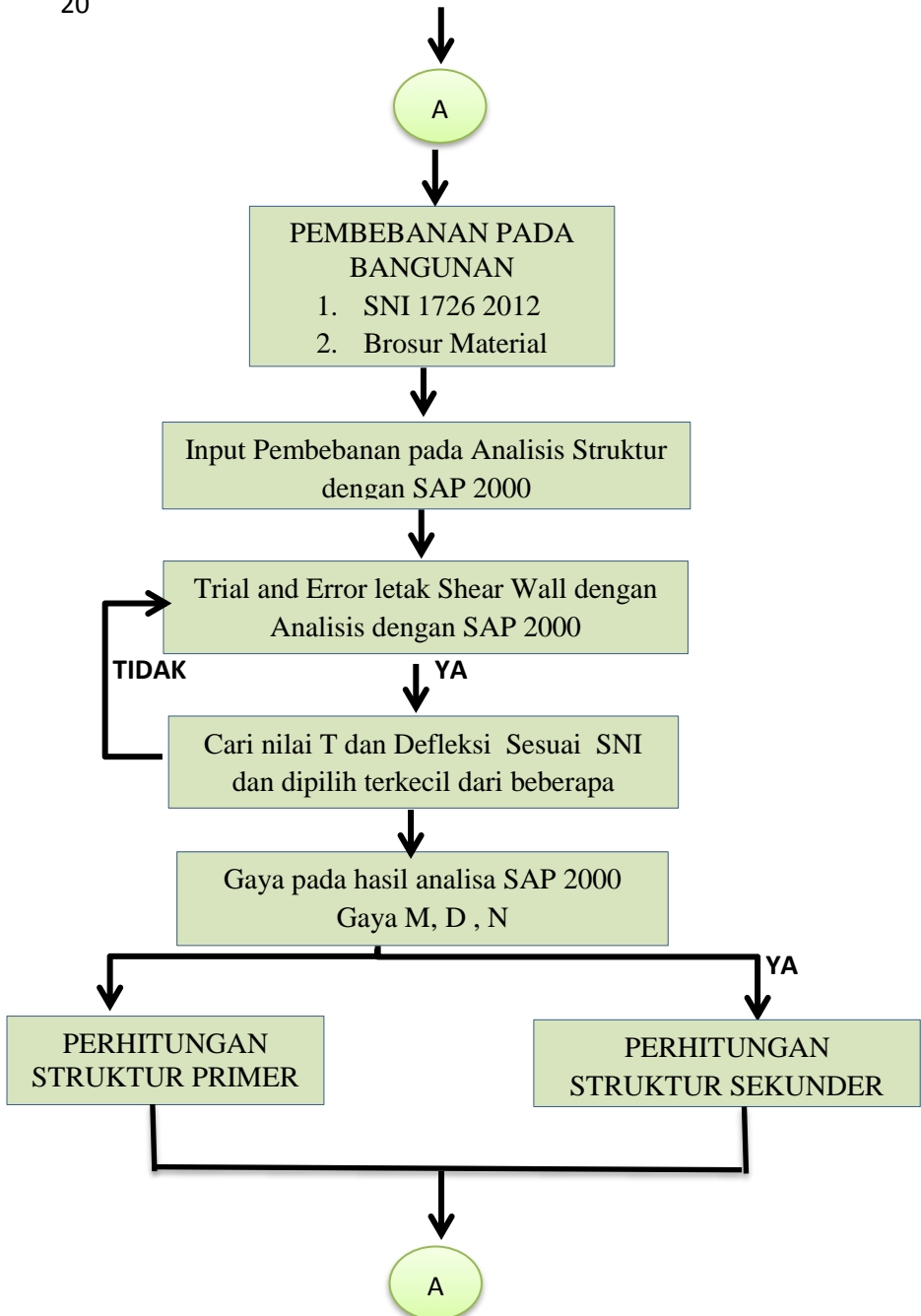
## BAB III

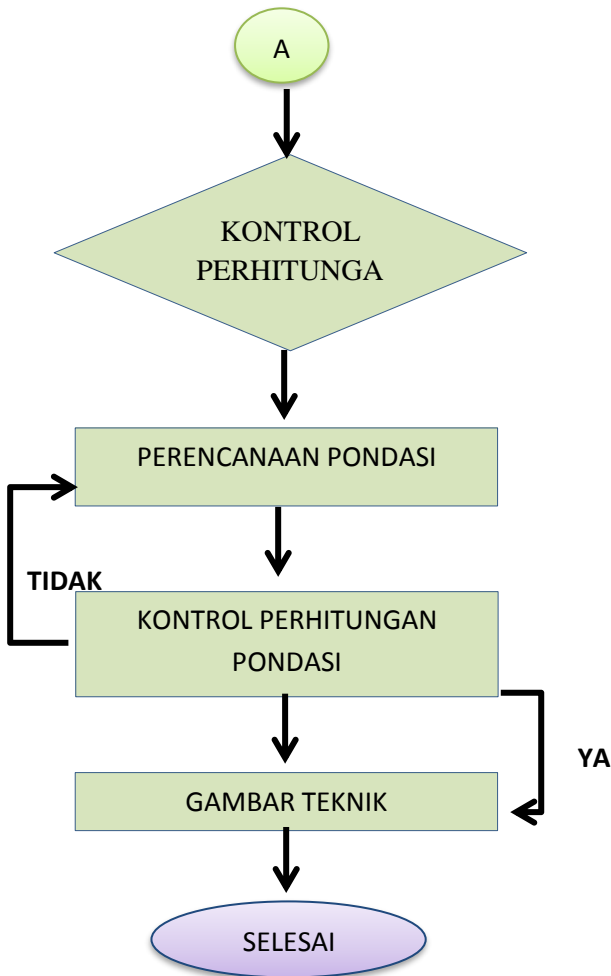
### METODOLOGI

#### 3.1. Diagram Alir

Pada bab ini akan dibahas tahapan apa saja yang harus dilalui dalam perencanaan tugas akhir, yaitu dapat dilihat dalam bentuk diagram alir seperti pada diagram alir berikut :







### 3.2. Preliminary Design

Preliminary desain ini dilakukan dengan memperkirakan dimensi awal dari struktur sesuai dengan ketentuan SNI 03-2847-2013, meliputi :

## I. Preliminary Dimensi Balok

SNI 03-2847-2013 pasal 9.5.2.1 mengatur tentang ketebalan minimum balok jika lendutan tidak dihitung, yang diberikan pada tabel 9.5(a)

Tabel 3. 1 Tabel Rumus Lendutan Pelat

Komponen struktur	Tebal minimum, $h$			
	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat masif satu-arah	$L/20$	$L/24$	$L/28$	$L/10$
Balok atau pelat <b>rusuk</b> satu-arah	<b><math>L/16</math></b>	<b><math>L/18,5</math></b>	<b><math>L/21</math></b>	<b><math>L/8</math></b>

**CATATAN:**  
 Panjang bentang dalam mm.  
 Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan tulangan Mutu 420 MPa. Untuk kondisi lain, nilai di atas harus dimodifikasikan sebagai berikut:  
 (a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (*equilibrium density*),  $w_c$ , di antara 1440 sampai 1840 kg/m<sup>3</sup>, nilai tadi harus dikalikan dengan  $(1,65 - 0,0003w_c)$  tetapi tidak kurang dari 1,09.  
 (b) Untuk  $f_y$  selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan  $(0,4 + f_y/700)$ .

Untuk balok induk :  $h_{\min} = \frac{L}{16}$

Untuk balok anak :  $h_{\min} = \frac{L}{21}$

Untuk  $f_y$  selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan  $(0,4 + f_y/700)$

$$B_w = \frac{2}{3} \times h_{\min}$$

Dengan lebar balok ( $b_w$ ) tidak boleh kurang dari nilai terkecil dari 0,3  $h_{\min}$  dan 250 mm berdasar SNI 03-2847-2013 pasal 21.5.1.3

Untuk preliminary balok induk ,penulis tidak memakai  $h_{\min} = \frac{L}{16}$  ,tetapi  $h_{\min} = \frac{L}{12}$  karena menurut penulis ,memakai  $L/16$  dimensi kurang besar.

## II. Preliminary Pelat

Penentuan pelat 1 arah atau 2 arah:

$$\beta = \frac{Ln}{Sn} \text{ (dengan } \beta < 2 \text{ ,plat 2 arah dan } \beta > 2 \text{ ,plat 1 arah)}$$

Menentukan lebar efektif flens (pasal 13.2.4 SNI 2847-2013)

$$be = bw + 2hw < bw + 8hf$$

- $be = bw + 2hw$
- $be = bw + 8hf$

dengan:

$$k = \frac{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right) \left(4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)^3}{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)}$$

Momen Inersia Penampang:

$$I_b = k \frac{bw \times h^3}{12}$$

Momen Inersia Lajur Pelat:

$$I_p = 0,5 \frac{bp \times t^3}{12}$$

Rasio Kekakuan Balok Terhadap Plat:

$$\alpha_1 = \frac{I_b}{I_p}$$

Dari rumus di atas didapatkan nilai  $\alpha_m$  sebagai berikut :

$$A_{fm} = \frac{1}{n} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_n)$$

Penentuan tebal pelat minimum sesuai dengan SNI 03-2847- 2013 pasal 9.5.3.2

- Untuk pelat tanpa balok interior yang membentang diantara dua tumpuan dan memiliki  $\alpha_{fm} \leq 0,2$ , harus memenuhi ketentuan tabel 9.5(c) dan tidak kurang dari:

125 mm untuk tebal pelat tanpa panel drop

100 mm untuk tebal pelat dengan panel drop

- Untuk  $0,2 \leq \alpha_{fm} \leq 2$  ketebalan pelat minimum harus memenuhi

$$h = \frac{\ln(0,8 \times \frac{fy}{1400})}{36+5\beta (\alpha_{fm}-0,2)} \text{ dan tidak boleh kurang dari}$$

125 mm

- Untuk  $\alpha_{fm} \geq 2$  ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari

$$h = \frac{\ln(0,8 \times \frac{fy}{1400})}{36+9\beta} \text{ dan tidak boleh kurang dari 90 mm}$$

Keterangan :

$\ell n$  = panjang bentang bersih arah memanjang pelat (m)

$\beta$  = rasio panjang bentang arah memanjang dengan arah memendek pelat



$\alpha_{fm}$  = nilai rata-rata dari  $\alpha$  untuk semua balok pada tepi dari suatu pelat

$A_f$  = rasio dari kekuatan lentur penampang balok dengan kekakuan pelat

$f_y$  = kuat leleh baja non-prategang (Mpa)

### III. Preliminary Dimensi Kolom

Menurut SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.2 aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur untuk komponen struktur dengan tulangan sengkang biasa, maka faktor reduksi  $\phi = 0,65$ . Untuk mencari dimensi kolom menggunakan persamaan:

$$A = \frac{P}{f_c'}$$

Dimana:

$P$  = beban yang dipikul oleh kolom hasil tributari area

$f_c'$  = kuat tekan beton rencana

$A$  = luas penampang kolom ( $\text{mm}^2$ )

### IV. Preliminary Dimensi Shear Wall

SNI 03-2847-2013 mengenai dinding sebagai beton polos struktur pada pasal 22.6.6.2 menyebutkan bahwa tebal dinding selain dinding basemen luar dan dinding pondasi, tebal dinding penumpu tidak boleh kurang dari  $1/24$  tinggi atau panjang tak tertumpu, yang mana yang lebih pendek atau tidak boleh kurang dari 140 mm.

Tebal rencana dinding  $\geq \frac{H}{24}$  : dengan  $H$  = Tinggi total dinding

Tebal rencana dinding  $\geq \frac{L}{24}$  : dengan L = Panjang bentang dinding

Tebal rencana dinding  $\geq 140$  mm

### 3.3. Pembebanan

Kombinasi beban yang diperhitungkan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Beban Mati (SNI 03-1727-2013) pasal 3.
2. Beban Hidup (SNI 03-1727-2013) pasal 4.
3. Beban Gempa (SNI 03-1726-2012)

Dari beban diatas, didapatkan kombinasi beban berdasar SNI 03-2847-2013 pasal 9.2.1 adalah:

Persamaan 1 =  $1,4D$

Persamaan 2 =  $1,2D + 1,6L + 0,5Lr$

Persamaan 2 =  $1,2D + 1,6L + 0,5R$

Persamaan 3 =  $1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } R) + (1,0L \text{ atau } 0,5W)$

Persamaan 4 =  $1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$

Persamaan 5 =  $1,2D + 1,0E + 1,0L$

Persamaan 6 =  $0,9D + 1,0W$

Persamaan 7 =  $0,9D + 1,0E$

Catatan:

- Faktor beban pada beban hidup L dalam Pers. (3) sampai (5) diizinkan direduksi sampai 0,5 kecuali untuk garasi, luasan yang ditempati sebagai tempat perkumpulan publik, dan semua luasan dimana L lebih besar dari 4,8 kN/m<sup>2</sup>.

Keterangan:

$L_r$  = beban hidup atap

$D$  = beban mati

$L$  = beban hidup

$E$  = beban gempa

$R$  = beban hujan

$W$  = beban angin

Beban gempa yang digunakan untuk menghitung struktur primier seperti tulangan balok, kolom dan shearwall menggunakan dinamik respons spectrum

### 3.3.1 Karakteristik Resiko Gempa Bangunan

Tabel 3. 2 Kategori Resiko Gempa Berdasarkan Pemanfaatan

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan</li> <li>• Fasilitas sementara</li> <li>• Gudang penyimpanan</li> <li>• Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I

<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perumahan</li> <li>• Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>• Pasar</li> <li>• Gedung perkantoran</li> <li>• Gedung apartemen / rumah susun</li> <li>• Pusat perbelanjaan / mall</li> <li>• Bangunan industri</li> <li>• Fasilitas manufaktur</li> <li>• Pabrik</li> </ul>	<p>II</p>
<p>Gedung dan Non Gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan , tapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biskop</li> <li>• Gedung Pertemuan</li> <li>• Stadion</li> <li>• Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>• Fasilitas Penitipan Anak</li> <li>• Penjara</li> </ul>	<p>III</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan non-gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>• Fasilitas penanganan air</li> <li>• Fasilitas penanganan limbah</li> <li>• Pusat Telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan non-gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan</p>	
---	--

bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bangunan-bangunan monumental</li> <li>• Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>• Rumah sakit dna fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>• Fasilitas pemadan kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>• Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>• Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>• Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>IV</b></p>

<p>dibutuhkan pada saat keadaan darurat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori resiko IV</p>	
--	--

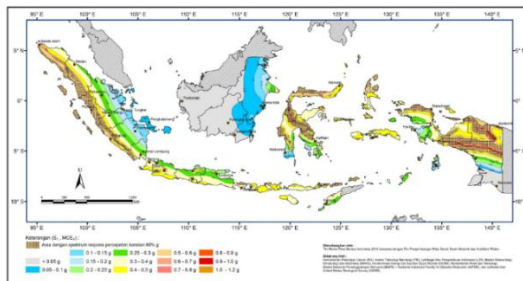
### 3.3.2 Karakteristik Resiko Gempa Wilayah

Berdasarkan kategori resiko struktur bangunan pada SNI 03 1726 2012 tabe 2 , pengaruh gempa rencana harus dikalikan dengan faktor keutamaan gempa (  $I_e$  )

Tabel 3. 3 Faktor Keutamaan Gempa

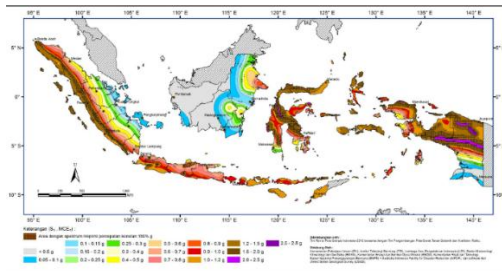
Kategori Resiko	Faktor Keutamaan Gempa
I dan II	1
III	1,25
IV	1,5

Pada SNI 1726:2012 dalam perencanaan desain seismik gempa, bangunan gedung dan non gedung dikategorikan beberapa jenis (pasal 4.1), serta diklasifikasikannya situs tanah yang nantinya akan dihitung respon spektral yang terjadi pada daerah tersebut. Berdasar SNI 1726 2012 pasal 14 ,parameter gempa ditetapkan berdasar parameter  $S_s$  dan  $s$ .  $S_1$  dan  $S_s$  ditentukan berdasar peta wilayah gempa Indonesia tahun 2010 seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. 1 Peta Wilayah  $S_1$

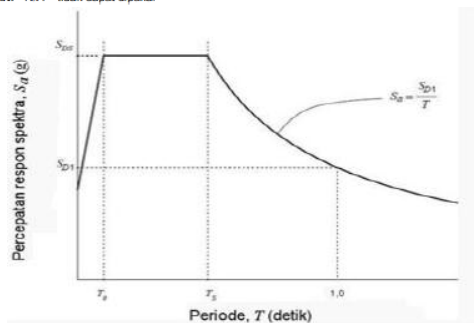




Gambar 3. 2 Peta Wilayah Ss

Kelas situs	$\bar{V}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ef}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Indeks plastisitas, <math>PI &gt; 20</math>,</li> <li>2. Kadar air, <math>w \geq 40 \%</math>,</li> <li>3. Kuat geser nirakir <math>\bar{s}_u &lt; 25</math> kPa</li> </ul> Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah</li> <li>- Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan <math>H &gt; 3</math> m)</li> <li>- Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan <math>H &gt; 7,5</math> m dengan Indeks Plastisitas <math>PI &gt; 75</math>)</li> </ul> Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa		

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai



Gambar 3. 3 Respons Spektrum Gempa

### 3.3.3 Analisis Gempa

a) Perhitungan koefisien respon gempa

Untuk penentuan respon spectral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) sesuai SNI 03-1726-2012 pasal 6.2 dan menurut tabel 4 dan tabel 5. Sehingga diperoleh data  $S_s$ ,  $S_1$ ,  $F_a$ ,  $F_v$  lalu di dapatkan persamaan:  $S_{MS} = F_a \times S_s$

$$S_{M1} = F_v \times S_1$$

b) Perhitungan percepatan spektral

Perhitungan percepatan spektral desain sesuai SNI 03-1726-2012 pasal 6.3 didapatkan rumus:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{DI} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

c) Perhitungan spectrum

Perhitungan spectrum respons desain harus dikembangkan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 pasal 6.4

d) Periode waktu getar alami fundamental (T)

Periode waktu getar alami fundamental (T) ditentukan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 pasal 7.8.2

$$T = T_a \times C_u$$

Dimana :

$T_a$  = Periode fundamental pendekatan

$$T_a = \frac{0,0062hn}{\sqrt{C_w}}$$

e) Koefisien respon seismik ( $C_s$ )

Koefisien respon seismik ( $C_s$ ) ditentukan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 pasal 7.8.1.1

$$C_s = \frac{S_d s}{\frac{R}{I}}$$

Nilai  $C_s$  yang dihitung diatas tidak boleh melebihi berikut ini:

$$C_s = \frac{S_d s}{T \times \frac{R}{I}}$$

dengan:

$$C_s = 0,044 \text{ SDS} \cdot I_e \geq 0,01$$

f) Kontrol *Base Shear*

Kontrol Gaya Geser Dasar (*Base Shear*) adalah:

$$V = C_s \times W_t$$

g) Kontrol simpang antar lantai

Kontrol simpang antar lantai (*Drift*) ditentukan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 melalui persamaan:

$$\delta x = \frac{C_d \times \delta x_e}{I}$$

dimana :

$\delta x$  = defleksi pada lantai ke  $-x$

$C_d$  = faktor pembesaran defleksi  
tabel 2.8 SNI 1726-2012

$I$  = faktor keutamaan gedung

Untuk struktur Sistem Rangka Pemikul Momen  
Khusus, drift dibatasi sebesar :  $\Delta = 0,02 h_{sx}$

## h) Perhitungan kuat geser

Perhitungan kuat geser dilakukan untuk mengecek kebutuhan dinding geser pada bangunan.

$$\tau = \frac{3V}{2A}$$

dimana :

$\tau$  = tegangan geser yang terjadi pada kolom

$V$  = gaya geser yang bekerja pada kolom akibat beban

$A$  = luas penampang kolom sesuai dengan hasil preliminary desain

$$V_c = \left( 1 + \frac{Nu}{14 A_g} \right) \times \frac{\sqrt{f_c}}{6}$$

dimana :

$V_c$  = kuat geser yang disumbangkan beton

$N_u$  = beban aksial berfaktor yang diterima struktur

$A_g$  = luas kolom tanpa rongga

$f_c$  = mutu beton dalam Mpa

$$V_c \geq \tau$$

### 3.4 Perencanaan Struktur Sekunder

Perencanaan struktur sekunder dipisah dari struktur utama karena struktur sekunder hanya meneruskan beban yang ada ke struktur utama. Perencanaan struktur sekunder antara lain meliputi :

### 3.4.1 Perencanaan Tangga

Untuk perencanaan tangga langkah awal yang dilakukan adalah mencari lebar dan tinggi pijakan yang dirumuskan:

$$60 \text{ cm} \leq 2t + i \leq 65 \text{ cm}$$

Dimana :

$t$  = tinggi injakan

$I$  = lebar injakan

$\alpha$  = sudut kemiringan tangga (  $25^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$  )

Untuk penulangan plat tangga dan bordes sama seperti penulangan plat pada umumnya dengan anggapan tumpuan pada tangga adalah sendi – sendi. Sedangkan untuk balok bordes ,dimensi didapat dari analisis SAP 2000. Maka didapat gayanya untuk menghitung kebutuhan tulangan balok bordes.

### 3.5 Analisa Struktur

Analisa struktur utama menggunakan software SAP 2000 untuk mendapatkan reaksi dan gaya dalam yang terdapat pada rangka utama.

### 3.6 Perencanaan Struktur Primer

Struktur utama ini berfungsi untuk menahan pembebanan yang berasal dari beban gravitasi dan beban lateral yang berupa beban gempa. Komponen struktur utama ini terdiri dari balok, kolom dan dinding geser. Perencanaan struktur primer Gedung Kantor Graha Surabaya ini menggunakan Sistem Ganda (Dual Sistem). Berdasarkan SNI 2847-2013.

### 3.6.1 Perencanaan Penulangan Pelat

Penulangan plat akan dijelaskan pada dibawah ini:

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \text{ (SNI 03-2847-2013 Pasal 10.5.1)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \text{ (SNI 03-2847-2013}$$

Lampiran B.8.4.2)

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b \text{ (SNI 03-2847-2013}$$

Lampiran B.10.3.3)

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max} \text{ (syarat)}$$

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$$

### 3.6.2 Perencanaan Penulangan Balok

Setelah diperoleh gaya dalam pada analisis SAP 2000 maka yang dilakukan adalah:

#### 1. Penulangan Lentur

Untuk penulangan balok pada tumpuan dan lapangan adalah:

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{min} < \rho_{perlu}$$

#### Tulangan lentur tarik

menetapkan As tidak boleh kurang dari SNI 2847:2013 Pasal. 10.5.1 yaitu:

$$A_s_{min} = \frac{0,25 \times f_c'}{f_y} \times b_w \times d$$

#### Kontrol Regangan:

Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen adalah:

$$a = \frac{A_s \times F_y}{0,85 \times f_c' \times b}$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \times \left( \frac{f_c' - 28}{7} \right)$$

jarak dari serat terjauh ke sumbu netral:

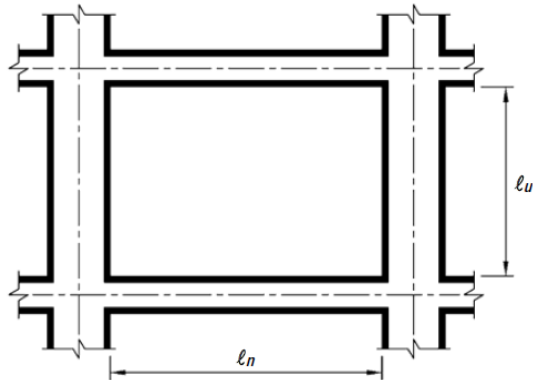
$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

#### Regangan Tarik:

$$\epsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{d-c}{c} \right)$$

#### Kontrol Momen Kapasitas :

$$\Phi \times M_n = \Phi \times A_s \times F_y \times (d - 0,5a)$$



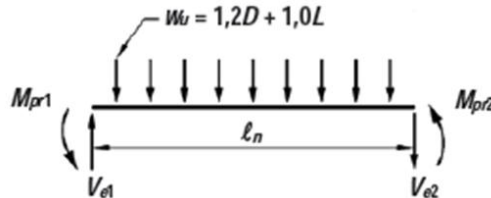
Gambar 3. 4 Panjang Bersih Balok

## 2. Gaya Geser Rencana pada Balok:

Berdasar SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.4.1, gaya geser rencana ( $V_e$ ) harus ditentukan dari peninjauan gaya statik pada bagian komponen struktur antara dua muka tumpuan. urutan perhitungan tulangan geser adalah :



**a. Menghitung momen pada tumpuan.**



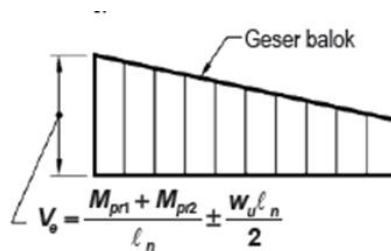
Gambar 3. 5 Gaya Geser Desain Untuk Balok

$$- M_{pr1} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \dots\dots\dots$$

$$- M_{pr2} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \dots\dots\dots$$

$$\text{Dengan } A_s = \frac{a s f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \dots\dots\dots$$

**b. Menghitung reaksi di ujung balok**



Gambar 3. 6 Gaya Geser Desain Untuk Balok

$$V_{e1} = \frac{M_{pr^-} + M_{pr^+}}{l_n} \pm \frac{q_u l_n}{2} \dots\dots\dots$$

Dimana :  $l_n$  = Panjang bentang bersih balok

$W_u$  = Beban gravitasi ( $1,2D + 1,6L$ )  
yang bisa didapatkan dari  
program bantu SAP 2000 v.14.

**c. Menghitung kuat geser rencana**

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Dengan  $V_c = 0$  (SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.4.2)

**d. Menghitung jumlah kebutuhan tulangan geser**

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} < S_{\max}$$

Dimana :  $A_v$  = Luas tulangan sengkang ( $\text{mm}^2$ )

$$S_{\max} = 0,5 \times d$$

**3. Menghitung Penulangan Torsi**

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.1(a), pengaruh puntir pada suatu struktur non-prategang dapat diabaikan bila nilai momen puntir terfaktor  $T_u$  besarnya kurang dari:

$$T_u = \phi \times 0,083 \times \lambda \times f_c' \times \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

.....

Dimana :

$A_{cp}$  = Luas yang dibatasi oleh  
keliling luar penampang beton,  $\text{mm}^2$

$P_{cp}$  = Keliling luar penampang  
beton ,mm

$\lambda$  = Faktor modifikasi

#### 4. Menghitung Panjang Penyaluran Tulangan

Berdasarkan pasal 12.2.2 SNI 2847 2013 panjang penyaluran  $l_d$  dinyatakan dalam diameter db nilai  $l_d$  tidak boleh kurang dari 300 mm Untuk batang ulir atau kawat ulir,  $l_d$  harus sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Panjang penyaluran tulangan Terhadap Balok

	Batang tulangan atau kawat ulir D-19 dan yang lebih kecil	Batang tulangan D-22 dan yang lebih besar
Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari db, selimut bersih tidak kurang dari db, dan sengkang atau pengikat sepanjang $l_d$ tidak kurang dari minimum tata cara atau spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak	$\left( \frac{f_y \times \Psi_t \times \Psi_e}{2,1 \times \lambda \times \sqrt{f_c'}} \right)$	$\left( \frac{f_y \times \Psi_t \times \Psi_e}{1,7 \times \lambda \times \sqrt{f_c'}} \right)$

kurang dari 2 db dan selimut bersih tidak kurang dari db		
Kasus-kasus lain	$\left( \frac{f_y x \Psi_t x \Psi_e}{1,4 x \lambda x \sqrt{f'_{ci}}} \right)$	$\left( \frac{f_y x \Psi_t x \Psi_e}{1,1 x \lambda x \sqrt{f'_{ci}}} \right)$

Untuk faktor – faktor yang digunakan dalam perumusan-perumusan untuk penyaluran batang tulangan ulir dan kawat ulir dalam kondisi tarik dalam 12.2 adalah sebagai berikut:

- Bila tulangan horizontal dipasang sehingga lebih dari 300 mm beton segar dicor di bawah panjang penyaluran atau sambungan,  $\Psi_t = 1,3$ . Untuk situasi lainnya,  $\Psi_t = 1,0$ .
- Untuk batang tulangan dilapisi epoksi, batang tulangan dilapisi ganda bahan seng dan epoksi, atau kawat dilapisi epoksi dengan selimut kurang dari 3db, atau spasi bersih kurang dari 6db,  $\Psi_e = 1,5$ . Untuk semua batang tulangan dilapisi epoksi, batang tulangan dilapisi ganda bahan seng dan epoksi, atau kawat dilapisi epoksi lainnya,  $\Psi_e = 1,2$ . Untuk tulangan tidak dilapisi dan dilapisi bahan seng (dikalvanis),  $\Psi_e = 1,0$ .
  - Untuk catatan Akan tetapi, hasil  $\Psi_t \Psi_e$  tidak perlu lebih besar dari 1,7.
  - Untuk batang tulangan atau kawat ulir D-19 atau yang lebih kecil,  $\Psi_s = 0,8$ . Untuk batang tulangan D-22 dan yang lebih besar,  $\Psi_s = 1,0$ .

- Bila beton ringan digunakan,  $\lambda$  tidak boleh melebihi 0,75 kecuali jika  $f_{ct}$  ditetapkan (lihat 8.6.1). Bila beton berat normal digunakan,  $\lambda = 1,0$ .

Panjang penyaluran untuk batang tulangan ulir dan kawat ulir dalam kondisi tekan,  $l_{dc}$ , harus ditentukan dari 12.3.2 dan faktor modifikasi yang sesuai dari 12.3.3, tetapi  $l_{dc}$  tidak boleh kurang dari 200 mm. Untuk batang tulangan ulir dan kawat ulir,  $l_{dc}$  harus diambil sebesar yang terbesar dari:

- $\frac{0,24 \times f_y}{\lambda \times \sqrt{f_c'}} \times db$   
.....
- $\frac{0,043 \times f_y}{1} \times db$   
.....

## 5. Persyaratan Perhitungan Balok Pada SRPMK

### A. Persyaratan Geometri

- Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur,  $P_u$ , tidak boleh melebihi  $\frac{A_g \times f_c}{10}$ , dimana  $A_g$  adalah luas penampang komponen struktur. (SNI 2847 2013 ps. 21.5.1.1)

- Bentang bersih untuk komponen struktur,  $l_n$ , tidak boleh kurang dari  $4d$ . (SNI 2847 2013 ps. 21.5.1.2)
- Lebar komponen,  $b_w$ , tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari  $0,3h$  dan  $250 \text{ mm}$ . (SNI 2847 2013 ps. 21.5.1.3)

### **B. Persyaratan Penulangan Longitudinal**

- Masing-masing luas tulangan atas dan bawah harus lebih besar dari luas tulangan minimum yang dipersyaratkan, yakni  $\rho_{\min} = \frac{1,4 \times b_w \times d}{f_y}$  dan  $A_s_{\min} = \frac{0,25 \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d}{f_y}$  Rasio untuk tulangan maksimum dibatasi yakni sebesar  $\rho_{\max} = 0,025$ .
- Kuat momen positif pada muka joint harus tidak kurang dari setengah kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint tersebut. Kekuatan momen negatif atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang komponen struktur tidak boleh kurang dari seperempat kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint tersebut.
- Sambungan lewatan tulangan lentur diizinkan hanya jika tulangan sengkang atau spiral disediakan sepanjang panjang sambungan. Spasi tulangan transversal yang

melingkupi batang tulang yang disambung lewatkan tidak boleh melebihi yang lebih kecil dari  $\frac{d}{4}$  dan 100mm.

Sambungan lewatkan tidak boleh digunakan:

- I. Dalam joint
- II. Dalam jarak dua kali tinggi komponen struktur dari muka joint
- III. Bila analisis menunjukkan pelelehan lentur diakibatkan oleh perpindahan lateral inelastis rangka

### C. Persyaratan Penulangan Transversal

- Senggang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi senggang tertutup tidak boleh melebihi yang terkecil dari:
  - I.  $\frac{d}{4}$
  - II. Enam kali diameter terkecil batang tulangan lentur utama tidak termasuk tulangan kulit longitudinal yang disyaratkan
  - III. 150 mm
- Bila senggang tertutup tidak diperlukan, senggang dengan kait gempa pada kedua ujung harus dipastikan dengan jarak tidak lebih dari  $d/2$  sepanjang komponen tersebut

## 6. Kontrol Retak

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 10.6 memuat aturan untuk mendistribusikan tulangan lentur dengan tujuan mengendalikan retak lentur pada balok, pada pasal 10.6.4 spasi tulangan terdekat ke muka tarik (s) tidak boleh lebih dari :

- $s = 280 \times \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_e$

Dimana  $C_e$  adalah jarak terkecil dari permukaan tulangan atau baja prategang ke muka tarik. Tetapi s tidak lebih besar dari:

- $s < \frac{280 \times 300}{f_s}$

### 3.6.3 Perencanaan Penulangan Kolom

Setelah diperoleh gaya dalam pada analisis SAP 2000 untuk mengecek kekuatan kolom maka mengecek juga dengan program PCACOL untuk perhitungan tulangan lentur:

#### 1. Penulangan Lentur Kolom

Untuk syarat penulangan lentur kolom, berdasar SNI 2847 2013 pasal 21.6.2.2 kekuatan lentur kolom harus memenuhi persamaan berikut:

$$\Sigma M_{nc} \geq (1,2) \Sigma M_{nb}$$

Dimana :

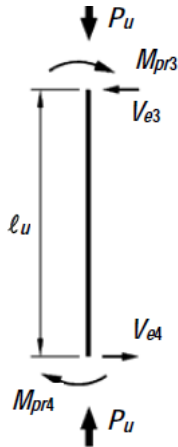


- $\Sigma M_{nc}$  adalah jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kekuatan lentur terendah.
- $\Sigma M_{nb}$  adalah jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Pada konstruksi balok-T, bilamana slab dalam kondisi tarik akibat momen-momen di muka joint, tulangan slab dalam lebar slab efektif yang didefinisikan dalam 8.12 harus diasumsikan menyumbang kepada  $M_{nb}$  jika tulangan slab disalurkan pada penampang kriris untuk lentur. Kekuatan lentur harus dijumlahkan sedemikian hingga momen-momen kolom yang berlawanan dengan momen-momen balok.

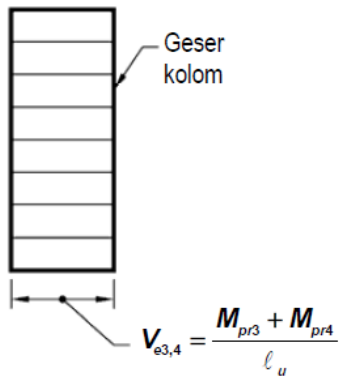
## 2. Penulangan Geser Kolom

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.5.4.1 Gaya geser desain,  $V_e$ , harus ditentukan dari peninjauan gaya statis pada bagian komponen struktur antara muka-muka joint. Harus diasumsikan bahwa momen-momen dengan tanda berlawanan yang berhubungan dengan kekuatan momen lentur yang mungkin,  $M_{pr}$ , bekerja pada muka-muka joint dan bahwa komponen struktur dibebani dengan beban gravitasi tributari terfaktor sepanjang

bentangnya untuk lebih jelasnya akan dijelaskan melalui gambar dibawah ini:



Gambar 3. 7 Gaya Aksial Pada Kolom



Gambar 3. 8 Gaya Geser Pada Kolom

Untuk perhitungannya adalah :

- Momen tumpuan atas:

$$M_{pr3} = A_s \times 1,25 \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$

$$\text{Dimana } a = \frac{A_s \times F_y}{0,85 \times f_c \times b}$$

- Momen tumpuan bawah:

$$M_{pr4} = A_s \times 1,25 \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$

$$\text{Dimana } a = \frac{A_s \times F_y}{0,85 \times f_c \times b}$$

- Menghitung reaksi di ujung ujung kolom:

$$V_e = \frac{M_{pr3} + M_{pr4}}{l_u}$$

- Hitung kuat geser rencana:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Berdasar SNI 2847 2013 pasal 21.6.5.2,  $V_c = 0$  apabila  $V_e$  akibat gaya gempa lebih besar  $0,5 \times V_u$  dan gaya aksial terfaktor pada kolom tidak melampaui  $\frac{A_g \times f_c'}{10}$

- Kebutuhan tulangan geser yang dipakai:

$$S = \frac{A_v \times F_y \times d}{V_s} < S_{max}$$

Dimana  $A_v$  adalah luas tulangan sengkang ( $\text{mm}^2$ )

- Cek penampang total tulangan sengkang persegi

Berdasar SNI 2847 2013 pasal 21.6.4.4 Luas penampang total tulangan sengkang persegi,  $A_{sh}$ , tidak boleh kurang dari yang disyaratkan oleh Persamaan sebagai berikut:

$$A_{sh} = 0,3 \times \frac{s \times b \times f_c'}{f_{yt}} \times \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right)$$

- $A_{sh} = 0,09 \times \frac{s \times b_c \times f_{c'}}{f_{yt}}$

Dimana :

$s$  = jarak antar tulangan geser.

$b_c$  = lebar penampang inti beton

yang terkekang.

$A_g$  = luas bersih kolom.

$A_{ch}$  = luas penampang inti beton  
dihitung dari serat terluar  
sejangkang ke serat terluar  
sejangkang di sisi lainnya.

### 3.6.4 Persyaratan Perhitungan Kolom SRPMK

#### Persyaratan Geometri

Ketentuan perhitungan dijelaskan pada SNI 2847 2013 pasal 21.6 menjelaskan bahwa komponen struktur rangka momen khusus yang membentuk bagian sistem penahan gaya gempa dan yang menahan gaya tekan aksial terfaktor **Pu** akibat sebarang kombinasi beban yang melebihi:

$$\frac{A_g \times f_{c'}}{10}$$

Harus memenuhi 2 kondisi sebagai berikut:

1. Dimensi penampang terpendek, diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri, tidak boleh kurang dari 300 mm.

2. Rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4.

### **Persyaratan Tulangan Longitudinal**

1. Luas tulangan memanjang,  $A_{st}$ , tidak boleh kurang dari  $0,01A_g$  atau lebih dari  $0,06A_g$ .

### **Persyaratan Tulangan Transversal**

Sengkan harus dipasang sepanjang  $l_o$  dimana panjang  $l_o$  diambil yang terbesar dari:

1. Tinggi komponen struktur pada muka joint atau pada penampang dimana pelebaran lentur sepeertinya terjadi
2.  $\frac{1}{6}$  x bentang bersih komponen struktur.
3. 450 mm

Spasi tulangan transversal sepanjang  $l_o$  tidak lebih dari yang terkecil dari:

1.  $\frac{1}{4}$  dimensi minimum kolom
2. **6d** dari tulangan sengkan terkecil
3.  $S_o = 100 - \frac{350 - h_x}{3}$  ( dimana  $S_o$  diambil  $100\text{mm} \leq S_o \leq 150\text{ mm}$ )

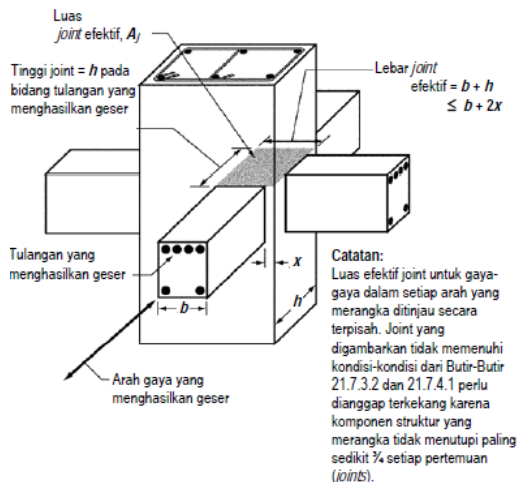
## **3.7 Hubungan Balok Kolom**

### **Persyaratan Gaya dan Geometri**

- Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 21.7.3.2, pada HBK dimana balok-balok dengan lebar

setidaknya sebesar  $\frac{3}{4}$  lebar kolom merangka pada keempat sisinya, jumlah tulangan transversal yang ditetapkan dalam Pasal 21.6..4.4 diizinkan untuk direduksi setengahnya, dan spasi yang disyaratkan dalam Pasal 21.6.4.3 diizinkan untuk ditingkatkan sampai 150 mm.

- Pada perencanaan hubungan balok kolom, gaya pada tulangan lentur muka hubungan balok kolom dapat ditentukan berdasarkan tegangan  $1,25 \times f_y$ .
- Pada beton normal, dimensi kolom ada hubungan balok kolom dalam arah sejajar tulangan balok **minimal 20 kali diameter tulangan balok longitudinal terbesar.**



Gambar 3. 9 Hubungan Balok Kolom

Gambar 1.3 Hubungan Balok - Kolom

### Persyaratan Tulangan Transversal

- Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 21.7.3.2, pada HBK dimana balok-balok dengan lebar setidaknya sebesar  $\frac{3}{4}$  lebar kolom merangka pada keempat sisinya, jumlah tulangan transversal yang ditetapkan dalam Pasal 21.6.4.4 diizinkan untuk direduksi setengahnya, dan spasi yang disyaratkan dalam Pasal 21.6.4.3 diizinkan untuk ditingkatkan sampai 150 mm.
- Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 21.7.4.1 Untuk beton berat normal,  $V_n$  joint tidak boleh diambil sebagai yang lebih besar dari nilai yang ditetapkan rumus bawah:
  - Untuk joint yang terkekang oleh balok-balok pada semua empat muka:  

$$1,7 \times \sqrt{f_c'} \times A_j$$
  - Untuk joint yang terkekang oleh balok-balok pada tiga muka atau pada dua muka yang berlawanan:  

$$1,2 \times \sqrt{f_c'} \times A_j$$
  - Untuk kasus-kasus lainnya:  

$$1,0 \times \sqrt{f_c'} \times A_j$$
- Lebar joint efektif tidak boleh melebihi dari yang paling kecil:
  - Lebar balok ditambah tinggi joint
  - 2x jarak tegak lurus yang lebih kecil dari sumbu longitudinal balok ke sisi kolom.

### **Panjang Penyaluran Batang Tulangan Dalam Kondisi Tarik**

- Untuk ukuran batang tulangan diameter 10 mm sampai diameter 36 mm, panjang penyaluran,  $l_{db}$  untuk batang dengan tulangan kait  $90^\circ$  standar pada beton normal tidak boleh kurang dari:
  - 8 db
  - 150 mm
  - $l_{dh} = \frac{f_y \times db}{5,4 \times \sqrt{f'_{ci}}}$

bila digunakan tulangan tanpa kait, untuk diameter 10 mm sampai diameter 36 mm, panjang penyaluran tarik minimal adalah:

- 2,5 x panjang penyaluran dengan kait bila ketebalan pengecoran beton dibawah tulangan tersebut kurang dari 300 mm
- 3,5 x panjang penyaluran dengan kait bila ketebalan pengecoran beton dibawah tulangan tersebut kurang dari 300 mm

## **3.8 Perhitungan Shear Wall**

### **Kebutuhan Tulangan Vertikal dan Horizontal**

- Berdasar 2847 2013 pasal 21.9.2.2 menjelaskan bahwa Paling sedikit dua tirai (minimal 2 lapis) tulangan harus digunakan pada suatu dinding, jika gaya geser memiliki



kekuatan geser yang dituangkan pada persamaan:

$$V_u \geq 0,17 \times A_{cv} \times \lambda \times \sqrt{f'c'}$$

Dimana  $A_{cv}$  = luas penampang shear

wall

- Untuk batas kekuatan dinding geser berdasar SNI 2847 2013 adalah :

$$V_u \leq 0,66 \times A_{cv} \times \sqrt{f'c'}$$

- Penulangan geser horizontal dan vertikal dinding geser berdasarkan  $V_n$  kekuatan geser dinding struktur tidak boleh melebihi:

$$V_n = A_{cv} \times ((\alpha_c \times \sqrt{f'c'}) + (\rho_t \times f_y))$$

- Untuk tulangan geser dinding ada pada pasal 21.9.6.2 SNI 2847 2013 *special boundary elemen* jika jarak  $c$  (sumbu netral) dari serat terluar zona tekan lebih besar dari nilai berikut:

$$C > \frac{l_w}{600 \times \frac{\delta u}{h_w}}$$

### 3.9 Perencanaan pondasi

Perencanaan struktur pondasi menggunakan tiang pancang. Data tanah yang digunakan adalah data tanah menggunakan SPT. Hal hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan pondasi dalam adalah sebagai berikut.

#### 1. Daya Dukung Tanah

##### A. Daya Dukung Tanah Ultimate

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$Q_u = 40 \times N \times A_p + \frac{N_{av} \times A_s}{5}$$

Dimana :

$Q_u$  = Daya dukung tanah ultimite

$Q_p$  = Daya dukung ujung tiang

$Q_s$  = Daya dukung selimut tiang

$N$  = Nilai SPT pada ujung tiang

$N_{av}$  = Rata rata nilai SPT sepanjang

tiang

$A_p$  = Luas permukaan ujung tiang

$A_s$  = Luas selimut tiang

## **B. Kekuatan Ijin**

$$Q_{ijin} = \frac{Q_u}{SF}$$

Dimana :

$Q_u$  = Daya dukung tanah ultimite

$SF$  = safety factor (3)

## **2. Tiang Pancang**

### **A. Perhitungan Jarak Anatar Tiang Pancang**

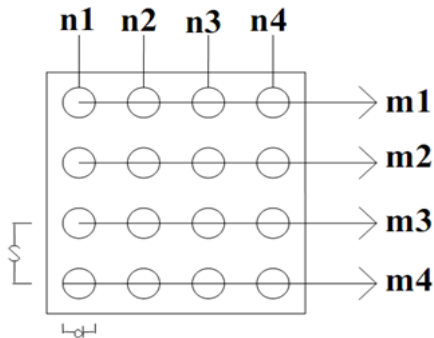
$$2,5D \leq S \leq 3D$$

### **B. Perhitungan Jarak Tiang Pancang ke Tepi Pier**

$$1,5D \leq S \leq 2D$$

### **C. Efisiensi ( $\eta$ )**

$$\eta = 1 - \theta \frac{(n-1) \times m + (m-1) \times n}{90 \times m \times n}$$



Gambar 3. 10 Efisiensi Kelompok Tiang

Dimana :

$\Theta = \arctan d/s$ , dalam derajat

$m$  = jumlah baris tiang

$n$  = jumlah tiang dalam satu baris

$d$  = diameter tiang

$s$  = jarak pusat ke pusat tiang lain

#### D. Kekuatan Kelompok Tiang

$$P_{\text{kelompok}} = \eta \times P_{\text{ijin}}$$

#### E. Gaya yang Dipikul Tiang Pancang

$$P = \frac{\Sigma P}{n} + \frac{M_y \cdot x_{\text{max}}}{\Sigma x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_{\text{max}}}{\Sigma y^2}$$

#### F. Kontrol Tiang Pancang

$$P_{\text{max}} \leq P_{\text{ijin}}$$

$$P_{\text{min}} \leq P_{\text{ijin}}$$

$$P_{\text{max}} \leq P_{\text{kelompok}}$$

### 3. Pile Cap

#### A. Penulangan Lentur Pile Cap

Langkah langkahnya adalah:

- Menentukan tinggi

- Menentukan momen yang terjadi:

$$M_u = (p \cdot x) - (0,5 \cdot q \cdot l^2)$$

- menghitung nilai  $R_n$ :

$$R_n = \frac{M_u}{b \cdot x \cdot d^2}$$

- menghitung tulangan maksimum:

$$\rho_{\max} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot x \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

### B. Penulangan Geser Pile Cap

Berdasar SNI 03- 2847-2013, Pasal 11.1.2.1 nilai  $V_c$  harus diambil sebagai nilai terkecil yang mana persamaannya:

$$V_c = 0,17 \times \left( 1 + \frac{2}{8} \right) \times \lambda \times \sqrt{f'c'} \times b \times d$$

$$V_c = 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f'c'} \times b \times d$$

Dengan mengecek kondisi:

$$\phi \times V_c \geq V_u$$

## 3.10. Metode Pelaksanaan Pelat dan Balok

Metode yang akan saya tinjau adalah pengecoran pelat dan balok, untuk langkah langkahnya adalah sebagai berikut:

### 1. Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan hal yang penting sebelum melakukan pembekistingn seperti melakukan fabrikasi besi

### 2. Pemasangan Bekisting

Pekerjaan bekisting merupakan tahapan pekerjaan sebelum pekerjaan pengecoran. Bekisting sendiri

berfungsi sebagai wadah atau cetakan untuk beton. Pekerjaan bekisting pada plat dan balok menggunakan sistem semi modern. Sistem semi modern ini terlihat dengan adanya pemakaian plywood dan scaffolding.

### 3. Pemasangan tulangan

Pekerjaan tulangan dilakukan setelah bekisting selesai terbentuk, tulangan merupakan unsur yang krusial karena merupakan pokok utama dalam sebuah struktur gedung. Selama pemasangan struktur penulangan balok, perlu adanya controlling yang intensif karena tingkat urgensitasnya, misalnya pemeriksaan jumlah tulangan, panjang penyaluran, jarak sengkang, ikatan.

### 4. Pengecoran

Pengecoran dimulai setelah dilakukannya inspeksi dengan pihak kontraktor dan pengawas. Untuk pengecoran, alat-alat yang dibutuhkan adalah bucket, concrete pump, vibrator. Sebelum pengecoran dimulai, perlu dilakukannya pengecekan slump beton, sebagai syarat beton bisa masuk untuk dicor ke dalam balok.

( Halaman Ini Sengaja Dikosongkan )

## **BAB IV**

### **PRELIMINARY DESIGN**

#### **4.1. Data Perencanaan**

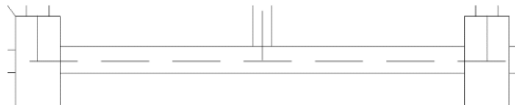
Data perencanaan untuk struktur gedung apartemen ini adalah sebagai berikut:

- Tipe Bangunan : Gedung Apartemen
- Letak Bangunan : Rungkut Surabaya
- Lebar Bangunan : 33 m
- Panjang Bangunan : 55 m
- Tinggi Bangunan : 64,4 m
- Mutu Beton : - Plat (30 Mpa)  
- Balok (30Mpa)  
- Kolom (35 Mpa)  
- Shear Wall (40Mpa)
- Mutu Baja : - 390 Mpa (BjTS 40)

#### **4.2. Preliminary Balok**

Preliminary desain balok bertujuan untuk memperkirakan lebar dan tinggi balok berdasar SNI 2847 2013. Untuk perhitungannya berdasar tabel 9.5 seperti pada gambar berikut:

##### **4.2.1. Preliminary Balok Induk**



Gambar 4. 1 Balok Induk L 6000 mm

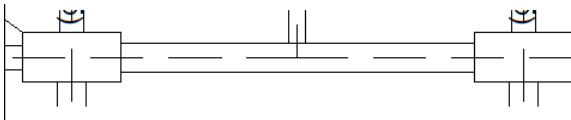
- a. Balok bentang  $L = 6000$  mm, dengan  $f_y 390$  maka  $h_{min}$  :

$$\begin{aligned} h_{min} &= \frac{L}{16} \left( 0,4 + \frac{F_y}{700} \right) \text{ mm} \\ &= \frac{6000}{16} \left( 0,4 + \frac{390}{700} \right) \text{ mm} \\ &= 364 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_{min} &= 0,67 \times h_{min} \\ &= 0,67 \times 364 \text{ mm} \\ &= 270 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tinggi balok yang dipakai adalah,  $(b/h) = \mathbf{400 \times 650 \text{ mm}}$

- b. Balok bentang  $L = 5500$  mm , dengan  $f_y = 390$  maka  $h_{min}$  adalah:



Gambar 4. 2 Balok Induk bentang 5500

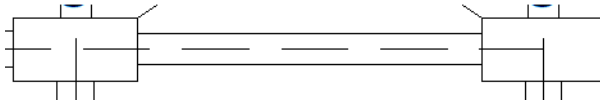
$$\begin{aligned} h_{min} &= \frac{L}{16} \left( 0,4 + \frac{f_y}{700} \right) \text{ mm} \\ &= \frac{5500}{16} \left( 0,4 + \frac{390}{700} \right) \text{ mm} \\ &= 334 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_{min} &= 0,67 \times h_{min} \\ &= 0,67 \times 334 \text{ mm} \\ &= 230 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tinggi balok yang dipakai adalah,  $(b/h) = \mathbf{400 \times 650 \text{ mm}}$



- c. Balok bentang L = 4500 mm , dengan  $f_y = 390$  maka  $h_{\min}$  adalah:



Gambar 4. 3 Balok Induk bentang 4500

$$\begin{aligned}
 h_{\min} &= \frac{L}{16} \left( 0,4 + \frac{f_y}{700} \right) \text{ mm} \\
 &= \frac{4500}{16} \left( 0,4 + \frac{390}{700} \right) \text{ mm} \\
 &= 273 \text{ mm} \\
 b_{\min} &= 0,67 \times h_{\min} \\
 &= 0,67 \times 273 \text{ mm} \\
 &= 220 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tinggi balok yang dipakai adalah,  $(b/h) = \mathbf{350 \times 650 \text{ mm}}$

Untuk semua dimensi balok induk akan ditampilkan pada tabel berikut:

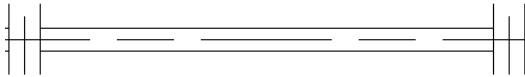
Tabel 4. 1 Rekap Dimensi Balok Induk

Panjang (mm) As - As	Panjang(mm) bersih	Kode Balok	Dimensi(mm)	
			b	h
3000	2250	B1	350	650
6000	5400	A3	400	650
4500	3325	B2	350	650
5500	4600	A1	400	650
8250	7650	A2	400	650
4500	3375	A4	400	650

4500	3900	B3	350	650
4500	3650	B3Y	350	650
4500	3300	B3X	350	650

#### 4.2.2. Preliminary Balok Anak

- a. Balok jenis **AH** dengan bentang  $L = 5500$  mm,  
dengan  $f_y = 390$  maka  $h$  min adalah:

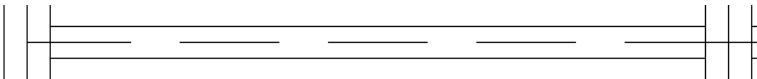


Gambar 4. 4 Balok Induk bentang 5500

$$\begin{aligned}
 h \text{ min} &= \frac{L}{21} \left( 0,4 + \frac{f_y}{700} \right) \text{ mm} \\
 &= \frac{5500}{21} \left( 0,4 + \frac{390}{700} \right) \text{ mm} \\
 &= 254 \text{ mm} \\
 b \text{ min} &= 0,67 \times h \text{ min} \\
 &= 0,67 \times 254 \text{ mm} \\
 &= 180 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tinggi balok yang dipakai adalah,  $(b/h) = \mathbf{250 \times 350 \text{ mm}}$

- b. Balok jenis **AV** dengan bentang  $L = 4500$  mm,  
dengan  $f_y = 390$  maka  $h$  min adalah:



Gambar 4. 5 Balok Induk bentang 4500

$$\begin{aligned}
 h \text{ min} &= \frac{L}{21} \left( 0,4 + \frac{fy}{700} \right) \text{ mm} \\
 &= \frac{4500}{21} \left( 0,4 + \frac{390}{700} \right) \text{ mm} \\
 &= 264 \text{ mm} \\
 b \text{ min} &= 0,67 \times h \text{ min} \\
 &= 0,67 \times 254 \text{ mm} \\
 &= 180 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tinggi balok yang dipakai adalah, ( b/h ) = **250 x 350 mm**

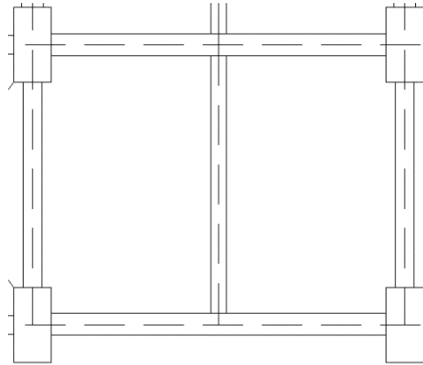
Untuk semua dimensi balok induk akan ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4. 2 Rekap Balok Induk

Panjang As - As (mm)	Kode Balok	Dimensi(mm)	
		b	h
4500	C1	250	350
3000	C2	250	350
6000	C3	250	350
5500	C4	250	350
4250	C5	250	350
4500	C6	250	350
1500	C1 A	250	350

#### 4.3. Preliminary Plat

Pada preliminary plat kali ini akan diambil 2 sampel plat untuk dihitung tebal plat yang digunakan. Untuk tebal plat yang akan digunakan tebalnya sama dari lantai 1 sampai lantai atap.



Gambar 4. 6 Plat 4500 x 3000

- a. Plat ukuran 4500 x 3000 (As – As)

1. Menghitung jenis plat

$$L_n = 4500 - \left( \frac{350}{2} + \frac{350}{2} \right)$$

$$L_n = 3950 \text{ mm}$$

$$S_n = 3000 - \left( \frac{250}{2} + \frac{350}{2} \right)$$

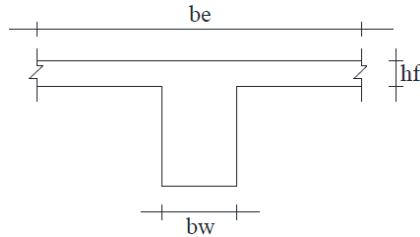
$$S_n = 2700 \text{ mm}$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} = \frac{3950}{2700}$$

$$\beta = 1,46 < 2 \text{ (Plat Dua Arah)}$$

**Tebal rencana 120 mm**

2. Menghitung Rasio Kekakuan ( $\alpha_m$ )



Gambar 4. 7 Lebar Efektif Plat

- Menghitung Rasio Kekakuan Balok Induk Melintang 350 x 650

Menentukan lebar efektif ( $b_e$ ) interior berdasar pasal 13.2.4 SNI 2847-2013:

$$b_e = b_w + 2h_w$$

$$b_e = b_w + 8h_f$$

$$b_e = 350 + 2(650 - 120) = 1010 \text{ mm}$$

$$b_e = 250 + 8 \times 120 = 1210 \text{ mm}$$

diambil nilai  $b_e$  terkecil yaitu 1010 mm

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)\left(4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right)}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{1010}{350} - 1\right)\left(\frac{120}{650}\right)\left(4 - 6\left(\frac{120}{650}\right) + 4\left(\frac{120}{650}\right)^2 + \left(\frac{1010}{350} - 1\right)\left(\frac{120}{650}\right)^3\right)}{1 + \left(\frac{1010}{350} - 1\right)\left(\frac{120}{650}\right)}$$

$$k = 1.77$$

- Momen Inersia Penampang ( $I_b$ )

$$I_b = k \frac{bw \times h^3}{12} = 1,77 \frac{350 \times 650^3}{12}$$

$$I_b = 4617121930 \text{ mm}^4$$

- Momen Inersia Plat ( $I_p$ )

$$I_p = \frac{bp \times t^3}{12} = \frac{4300 \times 120^3}{12}$$

$$I_p = 619200000 \text{ mm}^4$$

- Rasio Kekakuan Balok Terhadap Plat

$$\alpha_1 = \frac{I_b}{I_p} = \frac{4617121930}{619200000}$$

$$\alpha_1 = 7.46$$

- Menghitung Rasio Kekakuan Balok Induk  
Memanjang 400 x 650

Menentukan lebar efektif ( $b_e$ ) berdasar pasal 13.2.4 SNI 2847-2013:

$$b_e = bw + 2hw$$

$$b_e = bw + 8hf$$

$$b_e = 400 + 2(650 - 120) = 1350 \text{ mm}$$

$$b_e = 400 + 8 \times 120 = 1310 \text{ mm}$$

diambil nilai  $b_e$  terkecil yaitu 1310 mm

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{bw} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right) \left(4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{bw} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right)}{1 + \left(\frac{b_e}{bw} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{1310}{400} - 1\right)\left(\frac{120}{650}\right)\left(4 - 6\left(\frac{120}{650}\right) + 4\left(\frac{120}{650}\right)^2 + \left(\frac{1310}{400} - 1\right)\left(\frac{120}{650}\right)^3\right)}{1 + \left(\frac{1310}{400} - 1\right)\left(\frac{120}{650}\right)}$$

$$k = 1.73$$

- Momen Inersia Penampang ( $I_b$ )

$$I_b = k \frac{bw \times h^3}{12} = k \frac{400 \times 650^3}{12}$$

$$I_b = 6291916200 \text{ mm}^4$$

- Momen Inersia Plat ( $I_p$ )

$$I_p = \frac{bp \times t^3}{12} = \frac{3000 \times 120^3}{12}$$

$$I_p = 432000000 \text{ mm}^4$$

- Rasio Kekakuan Balok Terhadap Plat

$$\alpha_2 = \frac{I_b}{I_p} = \frac{6291916200}{432000000}$$

$$\alpha_2 = 14.56$$

- Menghitung Rasio Kekakuan Balok Anak Melintang  
250 x 350

Menentukan lebar efektif ( $b_e$ ) berdasar pasal 13.2.4  
SNI 2847-2013:

$$b_e = b_w + 2h_w$$

$$b_e = b_w + 8h_f$$

$$b_e = 250 + 2(350 - 120) = 800 \text{ mm}$$

$$be = 250 + 8 \times 120 = 1160 \text{ mm}$$

diambil nilai be terkecil yaitu 800 mm

$$k = \frac{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right) \left(4 - 6 \left(\frac{t}{h}\right) + 4 \left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)^3\right)}{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{800}{250} - 1\right) \left(\frac{120}{350}\right) \left(4 - 6 \left(\frac{120}{350}\right) + 4 \left(\frac{120}{350}\right)^2 + \left(\frac{800}{250} - 1\right) \left(\frac{120}{350}\right)^3\right)}{1 + \left(\frac{800}{250} - 1\right) \left(\frac{120}{350}\right)}$$

$$k = 1.78$$

- Momen Inersia Penampang (I<sub>b</sub>)

$$I_b = k \frac{bw \times h^3}{12} = 1.78 \frac{250 \times 350^3}{12}$$

$$I_b = 801490909.1 \text{ mm}^4$$

- Momen Inersia Plat (I<sub>p</sub>)

$$I_p = \frac{bp \times t^3}{12} = \frac{4300 \times 120^3}{12}$$

$$I_p = 619200000 \text{ mm}^4$$

- Rasio Kekakuan Balok Terhadap Plat

$$\alpha_3 = \frac{I_b}{I_p} = \frac{801490909.1}{619200000}$$

$$\alpha_3 = 1.29$$

- Menghitung Rasio Kekakuan Balok Induk  
Memanjang 400 x 650



Menentukan lebar efektif ( $b_e$ ) berdasar pasal  
13.2.4 SNI 2847-2013:

$$b_e = b_w + 2h_w$$

$$b_e = b_w + 8h_f$$

$$b_e = 400 + 2(650 - 120) = 1350 \text{ mm}$$

$$b_e = 400 + 8 \times 120 = 1310 \text{ mm}$$

diambil nilai  $b_e$  terkecil yaitu 1310 mm

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right) \left(4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right)}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{1310}{400} - 1\right)\left(\frac{120}{650}\right) \left(4 - 6\left(\frac{120}{650}\right) + 4\left(\frac{120}{650}\right)^2 + \left(\frac{1310}{400} - 1\right)\left(\frac{120}{650}\right)^3\right)}{1 + \left(\frac{1310}{400} - 1\right)\left(\frac{120}{650}\right)}$$

$$k = 1.73$$

- Momen Inersia Penampang ( $I_b$ )

$$I_b = k \frac{b_w \times h^3}{12} = k \frac{400 \times 650^3}{12}$$

$$I_b = 6291916200 \text{ mm}^4$$

- Momen Inersia Plat ( $I_p$ )

$$I_p = \frac{b_p \times t^3}{12} = \frac{3000 \times 120^3}{12}$$

$$I_p = 432000000 \text{ mm}^4$$

- Rasio Kekakuan Balok Terhadap Plat

$$\alpha_4 = \frac{I_b}{I_p} = \frac{6291916200}{432000000}$$

$$\alpha_4 = 14.56$$

- Menghitung nilai  $\alpha_m$  dari perhitungan diatas:

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4}$$

$$\alpha_m = \frac{7.46 + 14.56 + 1.29 + 14.56}{4}$$

$$\alpha_m = 9.47$$

### 3. Menentukan Tebal Minimum Plat

Karena nilai  $\alpha_m < 2$ , maka berdasar SNI 2847-2013 pasal 9.5.3.3 tebal plat tidak boleh kurang dari 90 mm dan untuk mencari tebalnya menggunakan rumus:

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9\beta} = \frac{3950(0,8 + \frac{400}{1400})}{36 + 9(1,46)}$$

$$h = 88,4 \text{ mm}$$

Untuk tebal plat digunakan 120 mm dan digunakan pada plat hunian dan plat atap. Agar saat masa penggunaan nyaman saat digunakan. Untuk perhitungan plat lainnya akan disajikan dalam bentuk tabel berikut:

Tabel 4. 3 Rangkuman tebal Plat

Sample Plat	Tipe Plat	Rasio Kekakuan( $\alpha$ m)	Tebal min. Plat(mm)	Tebal Digunakan(mm)
A	2	9.47	88.4	120
B	2	8.81	105.2	120
C	2	5.70	5.70	120
D	2	6.48	88.67	120
E	2	6.73	84.6	120

#### 4.4. Preliminary Dimensi Kolom

Untuk mencari dimensi kolom ada dua cara yaitu cara kekakuan batang dan cara tributary area,, kali ini akan dicoba menggunakan cara kekakuan kolom yang mana rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\frac{L_{kolom}}{\frac{1}{12} \times b_{kolom} \times (h_{kolom})^3} \geq \frac{L_{balok}}{\frac{1}{12} \times b_{balok} \times (h_{balok})^3} =$$

$$b_{kolom} \times (h_{kolom})^3 \geq \frac{b_{balok} \times (h_{balok})^3 \times L_{kolom}}{L_{balok}}$$

Bila direncanakan  $h_{kolom} = 2b_{kolom}$ , dan dimensi balok yang digunakan adalah 400 x 650 mm maka:

$$b_{kolom} \times (2b_{kolom})^3 \geq \frac{b_{balok} \times (h_{balok})^3 \times L_{kolom}}{L_{balok}}$$

$$8b^4 \geq \frac{400 \times (650)^3 \times 4000}{6000}$$

$$b \geq 413 \text{ mm}$$

maka dimensi b kolom minimal adalah 413 milimeter dan digunakan b minimal **600** mm. Untuk perencanaan dimensi kolom akan digunakan kolom yang sama dengan dari lantai 1 sampai 16. Untuk dimensi kolom yang digunakan adalah sebagai berikut:

**Kolom 1** = 600 x 900 mm

#### 4.5. Preliminary Tebal Shear Wall

Untuk perencanaan tebal Shear Wall direncanakan berdasar pasal SNI 2847-2013 pasal 14.5.3 yang mana ketebalan dinding pendukung tidak boleh kurang dari 1/25 tinggi atau panjang bentang tertumpu, yang lebih pendek, atau kurang dari 100 mm dengan data data sebagai berikut:

- Panjang Shear Wall (1) = 4500 mm
- Panjang Shear Wall (2) = 4500 mm
- Tinggi Shear Wall = 4000 mm
- Rencana Shear Wall = 300 mm

$$\frac{H}{25} = \frac{4500}{25} = 180 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{25} = \frac{4000}{25} = 160 \text{ mm}$$

$$H > 100 \text{ mm}$$

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan diatas didapat tebal minimum 160 mm, tetapi untuk tebal dinding geser diatas diambil **300 mm dan 350 mm**

#### 4.6. Preliminary Balok Bordes

Untuk prelim balok bordes sama dengan balok lainnya yang mana berdasarkan SNI 2847 2013 tabel 9.5 yang mana persamaannya adalah:

$$h_{\min} = \frac{L}{16} \left( 0,4 + \frac{f_y}{700} \right) \text{ mm}$$

dengan diketahui  $f_y$  390 Mpa dan panjang balok bordes adalah 3000 dan 6000 mm. Maka untuk perhitungannya adalah sebagai berikut:

- $L = 3000 \text{ mm}$

$$h_{\min} = \frac{3000}{16} \left( 0,4 + \frac{390}{700} \right)$$

$$h_{\min} = 190 \text{ mm}$$

$$b_{\min} = \frac{2}{3} \times h_{\min}$$

$$b_{\min} = \frac{2}{3} \times 190 \text{ mm} = 130 \text{ mm}$$

Untuk dimensi balok bordes panjang 3000 mm yang digunakan adalah  $b \times h = \mathbf{450 \times 550 \text{ mm}}$

- $L = 6000 \text{ mm}$

$$h_{\min} = \frac{6000}{16} \left( 0,4 + \frac{390}{700} \right)$$

$$h_{\min} = 262 \text{ mm}$$

$$b_{\min} = \frac{2}{3} \times h_{\min}$$

$$b_{\min} = \frac{2}{3} \times 262 \text{ mm} = 176 \text{ mm}$$

Untuk dimensi balok bordes panjang 6000 mm yang digunakan adalah  $b \times h = 500 \times 600 \text{ mm}$

#### 4.7. Perencanaan Tangga

##### 1. Data Perencanaan

Panjang injakan (i)	: 280 mm
Tinggi tanjakan (t)	: 170 mm
Tinggi tangga	: 4000 mm
Tinggi bordes	: 2000 mm
Panjang bordes	: 1450 mm
Lebar bordes	: 3000 mm
Tebal plat tangga	: 120 mm
Tebal plat bordes	: 150 mm
Panjang datar tangga	: 3050 mm
Mutu Baja (fy)	: 400 Mpa
Tinggi antar lantai	: 4000 mm

##### 2. Perhitungan Perencanaan

###### a. Panjang Miring Tangga

$$L = \sqrt{(\text{tinggi bordes})^2 + (\text{panjang tangga})^2}$$

$$L = \sqrt{(2000)^2 + (3050)^2}$$

$$L = 3647 \text{ mm}$$

###### b. Panjang Miring Anak Tangga

$$L = \sqrt{(\text{tinggi tanjakan})^2 + (\text{panjang injakan})^2}$$

$$L = \sqrt{(280)^2 + (170)^2}$$

$$L = 328 \text{ mm}$$

###### c. Jumlah Tanjakan

$$n_t = \frac{\text{tinggi bordes}}{\text{tinggi injakan}}$$

$$n_t = \frac{2000}{170} = 12 \text{ tanjakan}$$

**d. Jumlah Injakan**

$$n_i = n_t - 1$$

$$n_i = 12 - 1 = 11 \text{ injakan}$$

**e. Sudut Kemiringan**

$$\alpha = \arctan \left( \frac{t}{i} \right)$$

$$\alpha = \arctan \left( \frac{170}{280} \right)$$

$$\alpha = 31.3^\circ$$

**f. Syarat Sudut Kemiringan**

$$25 < \alpha < 40$$

$$25 < 31.3 < 40 \quad (\text{memenuhi})$$

**g. Syarat Lebar Injakan dan Tinggi Injakan**

$$600 < (2 \times t) + i < 650$$

$$600 < (2 \times 170) + 280 < 650$$

$$600 < 620 < 650 \text{ mm}$$

(memenuhi)

**h. Tebal Efektif Pelat Anak Tangga (te)**

$$\text{Luas } \Delta 1 = \text{Luas } \Delta 2$$

$$0,5 \times t \times i = \sqrt{(\text{tinggi anak tangga})^2 + (\text{panjang pijakan})^2} \times te \times 0,5$$

$$0,5 \times 170 \times 280 = \sqrt{(170)^2 + (280)^2} \times te \times 0,5$$

$$23800 = 163.7 \times te$$

$$te = 145.3 \text{ mm}$$

**i. Tebal Efektif Plat Tangga**

$$t_{\text{tangga}} = t. \text{ Plat tangga} + 0.5 \times t_e$$

$$t_{\text{tangga}} = 120 + 0,5 \times 145,3 \text{ mm}$$

$$t_{\text{tangga}} = 200 \text{ mm}$$

#### **4.8. Perencanaan Balok Lift**

##### **1. Perencanaan Detail Lift**

Perencanaan balok lift sangat diperlukan karena berhubungan dengan menopang beban berupa mesin lift. Untuk perencanaan balok lift ,sama dengan balok lainnya dengan menggunakan SNI 2847 2013 tabel 9.5 dengan :

$$h_{\min} = \frac{L}{16} \left( 0,4 + \frac{fy}{700} \right) \text{ mm (untuk } fy \neq 400 \text{ Mpa)}$$

$$h_{\min} = \frac{2250}{16} \left( 0,4 + \frac{390}{700} \right)$$

$$h_{\min} = 135 \text{ mm}$$

$$b_{\min} = \frac{2}{3} \times h_{\min}$$

$$b_{\min} = \frac{2}{3} \times 135 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$$

Untuk dimensi balok lift yang digunakan adalah  $b \times h =$   
**450 x 500 mm**



## **BAB V**

### **ANALISA PEMBEBANAN**

#### **5.1. Umum**

Perencanaan pembebanan gedung terdiri dari beban gravitasi dan beban gempa. Pembebanan mengacu pada ketentuan SNI 03-1727-2013 dan ASCE 7 2005 . Untuk beban gempa rencana sesuai peraturan gempa SNI 03-1726-2012. Dalam hal ini beban gempa rencana adalah kontrol nilai gaya geser dasar (base shear), waktu getar alami fundamental (T), dan simpangan (drift).

#### **5.2. Beban Gravitasi**

##### **5.2.1. Beban Mati (DL)**

Beban mati terdiri dari beban elemen struktur dan beban mati tambahan. Untuk beban mati elemen struktur terdiri dari balok, plat, kolom dan elemen struktur lainnya. Sedangkan beban mati tambahan terdiri dari beban plafond, keramik, MEE dan beban mati tambahan lainnya. Untuk rincian beban mati tambahan ditampilkan sebagai berikut:

##### **A. Beban Lantai 1 - 15:**

1. Beban keramik :  $15 \text{ kg/m}^2$  (ASCE 7 02)
2. Beban spesi :  $24 \text{ kg/m}^2$  (ASCE 7 02)
3. Beban plafond(1cm):  $8 \text{ kg/m}^2$  (ASCE 7 02)
4. Beban ducting mekanikal:  $19 \text{ kg/m}^2$  (ASCE 7 02)
5. Beban dinding bata ringan:  $321 \text{ kg/m}$  (BROSUR)

**B. Bangunan Atap**

1. Beban keramik : 15 kg/m<sup>2</sup> (ASCE 7 02)
2. Beban spesi : 24 kg/m<sup>2</sup> (ASCE 7 02)
3. Beban plafond(1cm): 8 kg/m<sup>2</sup> (ASCE 7 02)
4. Beban MEE : 19 kg/m<sup>2</sup> (ASCE 7 02)
5. Beban dinding bata ringan: 321 kg/m (BROSUR)

**C. Beban Atap**

1. beban MEE : 19 kg/m<sup>2</sup> (ASCE 7 05)
2. Water Proofing : 7 kg/m<sup>2</sup> (ASCE 7 05)

**D. Tangga dan Bordes**

1. Beban keramik : 15 kg/m<sup>2</sup> (ASCE 7 05)
2. Beban spesi : 24 kg/m<sup>2</sup> (ASCE 7 05)

**E. Beban Lift**

Pada bangunan apartement ini akan digunakan lift penumpang produksi Hyundai Elevator dengan rincian data sebagai berikut.

Tipe Lift	: Lift Penumpang
Kapasitas	: 13 orang
Kecepatan	: 1.5 m/s

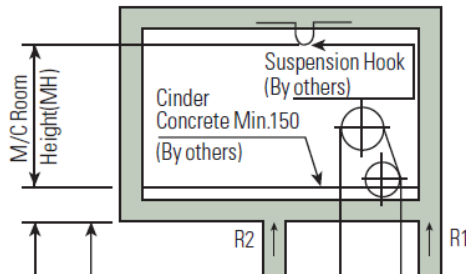
**Car Size :**

Outside	: 1660 x 1555
Inside	: 1600 x 1400 mm
Lebar pintu	: 1000 mm

**Beban reaksi ruang mesin:**

R1 : 5100 kg

R2 : 3750 kg



Gambar 5. 1 Reaksi Gaya Akibat Beban Lift

Untuk perhitungan pembebanan pada balok penggantung lift , akan ditambah dengan faktor beban kejut yaitu 50% , untuk perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$R_a = R_1 \times KLL = R_1 \times 150\%$$

$$R_a = 5100 \times 150\% = 7500 \text{ kg}$$

$$R_b = R_2 \times KLL = R_2 \times 150\%$$

$$R_b = 3750 \times 150\% = 5625 \text{ Kg}$$

Untuk perhitungan balok balok penggantung lift , ada 2 jenis tipe balok lift berdasarkan panjang balok yaitu :

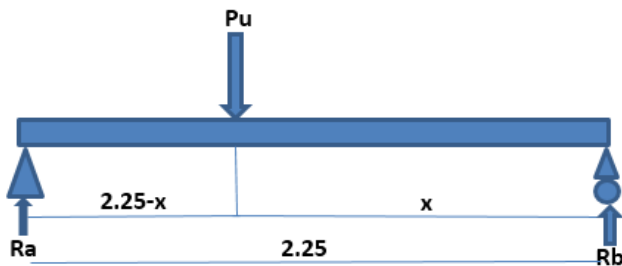
tipe 1 (  $L = 2250 \text{ mm}$  ) :  $b = 450 \text{ mm}$

$$h = 500 \text{ mm}$$

tipe 2 (  $L = 2250 \text{ mm}$  ) :  $b = 450 \text{ mm}$

$h = 500 \text{ mm}$

untuk mengetahui berapa  $P_u$  dan titik beban pada balok lift ,akan dicoba pada balok tipe 1. Untuk Pembebanannya adalah sebagai berikut :



Gambar 5. 2 Pembebanan Pada Balok Penggantung Lift

$$\Sigma M_b = 0$$

$$0 = 2.25 \text{ m} \cdot 7650 - P_u \cdot x$$

$$P_u = \frac{17212.5}{x} \text{ kgm}$$

$$\Sigma M_a = 0$$

$$0 = 29868.75x - 17212.5$$

$$x = 0.58 \text{ m}$$

$$\frac{17212.5}{0.58} = 29868.75 \text{ kg}$$

sedangkan untuk balok tipe 2 perhitungannya sama dengan tipe 1 dan akan dijelaskan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Tabe erhitungan Balok Penggantung Lift

Jenis Balok		L balok (m)	Ukuran		R1	R2	R1 . KLL	R2 . KLL	Pu (Kg )	Jarak Ra ke Pu	Jarak Rb ke Pu
			B (mm)	H (mm)			Ra	Rb			
Tipe 1		2.25	450	500	5100	3750	7500	5625	29869	0.58	1.67
Tipe 2		2.25	450	500	5100	3750	7500	5625	29869	0.58	1.67

### 5.3. Beban Hidup(LL)

Beban hidup terdiri dari beban yang diakibatkan oleh aktivitas pemakaian gedung. Besar beban hidup tergantung dari fungsi ruangan leh karena itu,beban hidup dapat di tampilkan berdasarkan SNI 03- 1727- 2013 Tabel 4.1 sebagai berikut:

#### A. Lantai 1-20

1. Ruang Pribadi : 192 kg/m<sup>2</sup>

#### B. Lantai Atap

1. Hidup Atap : 96 kg/m<sup>2</sup>

#### C. Ruang Pertemuan

1. Hidup Pertemuan : 479 kg/m<sup>2</sup>

#### D. Tangga dan Bordes

1. Koridor : 383 kg/m<sup>2</sup>

#### 5.4. Beban Hujan

Perhitungan rencana beban hujan rencana berdasarkan SNI 03-1727-2013 Pasal 8.3, adalah sebagai berikut:

$$R = 0,0098 \times (d_s + d_H)$$

Dengan  $d_s$  adalah tinggi statis dan  $d_H$  adalah tinggi hidrolis. Untuk nilai  $d_s = 5$  mm dan  $d_H = 5$  mm maka perhitungannya adalah:

$$R = 0,0098 \times (5 + 5) = 0.098 \text{ kN/m}^2 = 9,8 \text{ kg/ m}^2$$

#### 5.5. Beban Angin

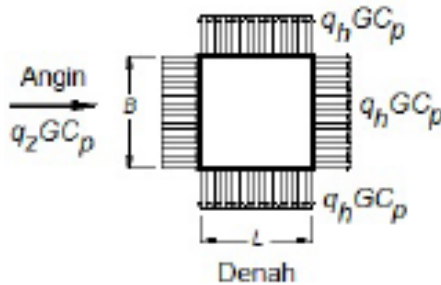
Bangunan gedung dan struktur lain termasuk Sistem Penahan Beban Angin Utama (SPBAU) harus dirancang dan dilaksanakan untuk menahan beban angin sesuai dengan SNI 03-1727-2013. Beban angin dinding maksimum dan minimum yang terjadi akan didistribusikan pada kolom. Berikut tahapan perhitungan beban angin yang terjadi pada struktur bangunan:

- Kecepatan angin kota surabaya maksimal 20 knot = 10,28 m/s (berdasarkan <http://surabayakota.bps.go.id> )
- Faktor arah angin ( $K_d$ ) = 0,85 (SNI 03-1727-2013 Tabel 26.6-1)
- Kategori eksposur = B (SNI 03-1727-2013 Pasal 26.7.3)
- Faktor topografi ( $K_{zt}$ ) = 1,0 (SNI 03-1727-2013 Pasal 26.8.2)
- Faktor efek angin ( $G$ ) = 0,85 (SNI 03-1727-2013 Pasal 26.9.1)
- Klasifikasi ketertutupan = Bangunan tertutup

- Koefisien eksposur tekanan velositas, ( $K_z$  dan  $K_h$ )  
 Tinggi bangunan,  $z = 64,4 \text{ m}$   
 $z_g = 365,76 \text{ ft}$  (SNI 03-1727-2013 Tabel 26.9-1)  
 $\alpha = 7$  (SNI 03-1727-2013 Tabel 26.9-1)  
 $z = 249,2 \text{ feet}$   
 $k_z = k_h = 2,01 \times \left(\frac{z}{z_g}\right)^{2/\alpha}$   
 $k_z = 2,01 \times \left(\frac{249,2}{365,76}\right)^{2/7} = 1,882$
- Tekanan velositas, ( $q_z$  dan  $k_h$ )  
 $q_z = 0,613 \times k_z \times k_{zt} \times k_d \times v^2$   
 $q_z = 0,613 \times 2,01 \times 1 \times 0,85 \times (10,28)^2$   
 $q_z = 103,6 \text{ N/m}^2$
- Koefisien tekanan eksternal untuk dinding pada gedung  
 Panjang bangunan,  $L = 54,5 \text{ m}$   
 Lebar bangunan,  $B = 14,6 \text{ m}$   
 $\frac{L}{B} = 3,73$   
 $C_p = 0,8$  (untuk angin datang menurut SNI 03-1727-2013 Gambar 27.4-1)  
 $C_p = -0,7$  (untuk angin tepi menurut SNI 03-1727-2013 Gambar 27.4-1)  
 $C_p = -0,5$  (untuk angin pergi menurut SNI 03-1727-2013 Gambar 27.4-1)
- Koefisien tekanan eksternal untuk atap baja  
 Tinggi atap,  $h = 64,4$   
 Panjang atap,  $l = 13,5$   
 $\frac{h}{l} = 6,1$   
 sudut kemiringan  $= 15^\circ$   
 $C_p = 0,2$  (untuk angin datang menurut SNI 03-1727-2013 Gambar 27.4-1)

$C_p = -0,3$  (untuk angin pergi menurut SNI 03-1727-2013 Gambar 27.4-1)

- Pengaruh angin pada dinding



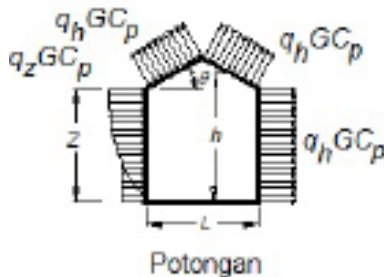
Gambar 5. 3 Pengaruh Angin Pada Dinding

$$\begin{aligned}\text{Arah angin datang} &= q_z \cdot G \cdot C_p \\ &= 106,3 \times 0,85 \times 0,8 = 70,8 \text{ N/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Arah angin tepi} &= q_z \cdot G \cdot C_p \\ &= 106,3 \times 0,85 \times (-0,7) = -61,63 \text{ N/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Arah angin pergi} &= q_z \cdot G \cdot C_p \\ &= 106,3 \times 0,85 \times (-0,5) = -44,02 \text{ N/m}^2\end{aligned}$$

- Pengaruh angin pada atap





Gambar 5. 4 Pengaruh Beban Angin Pada Atap

$$\begin{aligned}
 \text{Arah angin datang} &= q_z \cdot G \cdot C_p \\
 &= 105,9 \times 0,85 \times 0,2 = 18.0 \text{ N/m}^2 \\
 \text{Arah angin pergi} &= q_z \cdot G \cdot C_p \\
 &= 105,9 \times 0,85 \times (-0,3) = -27.0 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya akan ditampilkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Perhitungan Beban Angin

Lantai	Tinggi	zg	$\alpha$	kz/qh	qz/qh	Datang kg/m <sup>2</sup>	Tepi kg/m <sup>2</sup>	Pergi kg/m <sup>2</sup>
				N/m <sup>2</sup>				
1	4	111.6	7	0.777	42.75	29.07	-25.43	-18.17
2	8	111.6	7	0.947	52.11	35.43	-31	-22.15
3	12	111.6	7	1.063	58.51	39.79	-34.81	-24.87
4	16	111.6	7	1.154	63.52	43.19	-37.79	-27
5	20	111.6	7	1.230	67.70	46.04	-40.28	-28.77
6	24	111.6	7	1.296	71.32	48.50	-42.44	-30.31
7	28	111.6	7	1.354	74.53	50.68	-44.35	-31.68
8	32	111.6	7	1.407	77.43	52.65	-46.07	-32.91
9	36	111.6	7	1.455	80.08	54.46	-47.65	-34.03

10	40	111.6	7	1.499	82.53	56.12	-49.1	-35.07
11	44	111.6	7	1.541	84.81	57.67	-50.46	-36.04
12	48	111.6	7	1.580	86.94	59.12	-51.73	-36.95
13	52	111.6	7	1.616	88.95	60.49	-52.93	-37.81
14	56	111.6	7	1.651	90.86	61.78	-54.06	-38.61
15	60	111.6	7	1.684	92.67	63.01	-55.14	-39.38
16	64	111.6	7	1.715	94.39	64.19	-56.16	-40.12
17	68	111.6	7	1.745	96.04	65.31	-57.14	-40.82
18	72	111.6	7	1.774	97.62	66.38	-58.08	-41.49
19	76	111.6	7	1.801	99.14	67.42	-58.99	-42.13
B.A	80	111.6	7	1.828	100.60	68.41	-59.86	-42.76
A1	81	111.6	7	1.834	100.96	17.16	-	-25.75

Menurut SNI 03-1727-2013 Pasal 27.1.5, beban angin desain minimum untuk dinding bangunan adalah  $= 0,77 \text{ kN/m}^2 = 77 \text{ kg/m}^2$  dan untuk luasan atap bangunan gedung adalah  $0,38 \text{ kN/m}^2 = 38 \text{ kg/m}^2$ . Karena berdasar tabel perhitungan diatas gaya yang didapat dibawah desain minimum maka yang digunakan adalah beban angin desain

minimum. Sehingga untuk pembebanan angin adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Beban angin

Lantai	Tinggi	zg	$\alpha$	kz/qh	qz/qh	Datang kg/m <sup>2</sup>	Tepi kg/m <sup>2</sup>	Pergi kg/m <sup>2</sup>
				N/m <sup>2</sup>				
1	4	111.6	7	0.777	42.75	77	-77	-77
2	8	111.6	7	0.947	52.11	77	-77	-77
3	12	111.6	7	1.063	58.51	77	-77	-77
4	16	111.6	7	1.154	63.52	77	-77	-77
5	20	111.6	7	1.230	67.70	77	-77	-77
6	24	111.6	7	1.296	71.32	77	-77	-77
7	28	111.6	7	1.354	74.53	77	-77	-77
8	32	111.6	7	1.407	77.43	77	-77	-77
9	36	111.6	7	1.455	80.08	77	-77	-77
10	40	111.6	7	1.499	82.53	77	-77	-77
11	44	111.6	7	1.541	84.81	77	-77	-77
12	48	111.6	7	1.580	86.94	77	-77	-77
13	52	111.6	7	1.616	88.95	77	-77	-77

14	56	111.6	7	1.651	90.86	77	-77	-77
15	60	111.6	7	1.684	92.67	77	-77	-77
16	64	111.6	7	1.715	94.39	77	-77	-77
17	68	111.6	7	1.745	96.04	77	-77	-77
18	72	111.6	7	1.774	97.62	77	-77	-77
19	76	111.6	7	1.801	99.14	77	-77	-77
B.A	80	111.6	7	1.828	100.60	77	-77	-77
A1	81.3	111.6	7	1.836	101.07	38.00	-	-38

## 5.6. Beban Gempa

Beban gempa yang digunakan adalah Respons Spektrum. Untuk fungsi respons spektrum yang digunakan adalah wilayah gempa daerah di Surabaya. Untuk step stepnya adalah sebagai berikut :

### 5.6.1. Kategori Resiko Struktur

Menurut SNI 03-1726-2012 **Tabel 1**, bangunan yang didesain untuk apartemen masuk kedalam kategori **risiko II**.

### 5.6.2. Faktor Keutamaan Gempa

Menurut SNI 03-1726-2012 **Tabel 2** berdasarkan kategori risiko yang didapat maka dapat ditentukan faktor keutamaan gempa yakni **Ie = 1**

### 5.6.3. Kelas Situs

Untuk menentukan kelas situs kita harus mengetahui hasil tes tanah daerah tersebut. Untuk tes tanah yang digunakan diambil sampel di daerah runkut dengan kedalaman 35 m. Untuk hasilnya disajikan dalam bentuk perhitungan SPT sebagai berikut:

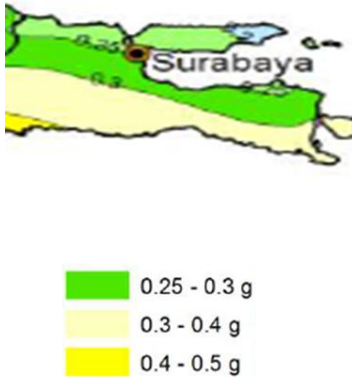
Tabel 5. 4 Nilai N SPT

Lapisan	Jenis Lapisan Tanah	Tebal Lapisan (d )	N SPT rata" (N)	d/N
1	Pasir Berlanau	5	1	5
2	Lempung Berlanau	5	1	5
3	Lempung Berlanau	6	4	1.5
4	Lempung Berlanau	9	6.3	1.43
5	Lanau	6	18.3	0.33
6	Lanau	2	24	0.08
		33		13.34

Berdasarkan tabel diatas dapat dicari nilai N – SPT rata rata tanah :

$$N = \frac{d}{\left(\frac{d}{N}\right)} = \frac{33}{13,34} = 2.47$$

#### 5.6.4. Parameter Percepatan Gempa



Gambar 5. 5 Nilai S1, Percepatan Batuan Periode 1 Detik



Gambar 5. 6 Nilai Ss, Percepatan Batuan Dasar pada Periode 0,6 Detik  
Berdasar gambar 21 dan 22 maka nilai S1 dan Ss adalah 0,25 dan 0,6

#### 5.6.5. Koefisien Situs

Setelah mendapatkan nilai S1 dan Ss, maka kita harus menentukan koefisien situs. Berdasarkan SNI 03-1726-

2012 Tabel 4 dan Tabel 5, nilai  $F_a$  dan  $F_v$  adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 5 Koefisien Situs  $F_a$

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa ( $MCE_R$ ) terpetakan pada periode pendek, $T=0,2$ detik, $S_s$				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS <sup>b</sup>				

Karena nilai  $S_s$  adalah 0,6 dan diantara 0,5 dan 0,75 maka harus dilakukan interpolasi dan didapatkan nilai  $f_a = 1,4$

Tabel 5. 6 Koefisien Situs,  $F_v$

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa $MCE_R$ terpetakan pada periode 1 detik, $S_1$				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS <sup>c</sup>				

Karena nilai  $S_s$  adalah 0,25 dan diantara 0,2 dan 0,3 maka harus dilakukan interpolasi dan didapatkan nilai  $f_v = 3$

### 5.6.6. Parameter Percepatan Desain Spektral

Setelah kita mendapatkan beberapa parameter diatas maka Berdasarkan SNI 03 1726-2012 Pers. 5 dan Pers. 6, didapatkan:

$$S_{MS} = F_a \times S_s$$

$$S_{MS} = 1,4 \times 0,6 = 0,84$$

$$S_{M1} = F_v \times S1$$

$$S_{M1} = 3 \times 0,25 = 0,75$$

Setelah mendapatkan nilai  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$  maka berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pers. 7 dan Pers. 8, didapatkan :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS}$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times 0,84 = 0,56$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times 0,75 = 0,50$$

### 5.6.7. Kategori Desain Seismik (KDS)

Tabel 5. 7 KDS berdasar RS periode 1 sec

Nilai $S_{DS}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Dari perhitungan  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$  berdasarkan SNI 03-1726-2012 Tabel 6 dan Tabel 7, untuk  $0,5 \leq SDS$ ,  $0,2 \leq SD1$ , dan kategori resiko 2 maka didapatkan **Kategori Desain Seismik D**



### 5.6.8. Parameter Struktur

Parameter struktur Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Tabel 9, untuk Sistem Pemikul Momen Khusus adalah :

- Koefisien Modifikasi Respons (R) : 8
- Faktor kuat-lebih sistem ( $\Omega_0$ ) : 3
- Faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) : 5,5

Sedangkan untuk dual sistem dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya yang ditetapkan dengan dinding geser beton bertulang khusus adalah :

- Koefisien Modifikasi Respons (R) : 7
- Faktor kuat-lebih sistem ( $\Omega_0$ ) : 2,5
- Faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) : 5,5

### 5.6.9. Analisa Respons Spektrum

Analisa Respons Spektrum dijelaskan berdasar SNI 03-1726-2012 Pasal 6.4 Pers. 9 dan 10, didapat:

$$T_0 = 0,2 \cdot \frac{SD1}{SDS}$$

$$T_0 = 0,2 \cdot \frac{0,5}{0,56} = 0.183$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS}$$

$$T_s = \frac{0,5}{0,56} = 0.92$$

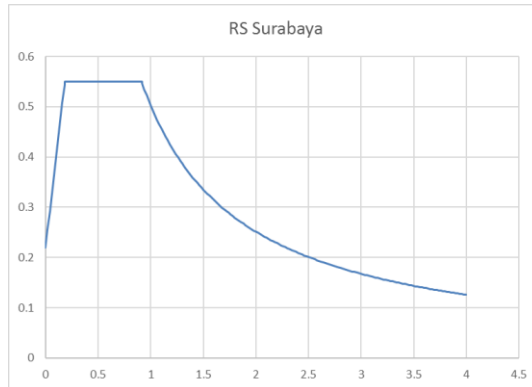
Ketentuan perhitungan Respons Spektrum:

- Berdasar SNI 03 - 1726-2012 Pasal 6.4.(9)  
 untuk  $T < T_0$ , nilai  $S_a$  :  

$$S_a = S_{DS} \cdot (0,4 + 0,6 \cdot \frac{T}{T_0})$$

$$S_a = 0,56 \cdot (0,4 + 0,6 \cdot \frac{0}{0,183}) = 1,87$$
- Berdasar SNI 03 - 1726-2012 Pasal 6.4. untuk  
 $T \geq T_0$  dan  $T \leq T_s$ , nilai  $S_a = S_{DS}$  maka :  
 Untuk  $T = T_0 = 0,183$  maka nilai  $S_a = 0,56$   
 Untuk  $T = T_s = 0,92$  maka nilai  $S_a = 0,56$
- Berdasar SNI 03 - 1726-2012 Pasal 6.4.(10)  
 untuk  $T > T_s$ , nilai  $S_a = \frac{SD_1}{T}$  :  
 Untuk  $T = T_s + 0,2 = 0,92 + 0,2 = 1,12$   
 Maka  $S_a = \frac{0,5}{1,12} = 0,45$   
 Setelah itu didapat grafik yang sebagai berikut

Gambar 5. 7 Respons Spektrum Desain



### 5.7. Kombinasi Pembebanan

Pembebanan struktur mengacu pada SNI 03-1726-2012 Pasal 4.2 dengan rinciannya adalah :

1. 1,4D
2.  $1,2D + 1,6L + 0,5L_r$
3.  $1,2D + 1,6L + 0,5R$
4.  $1,2D + 1,6L_r + 1,0L$
5.  $1,2D + 1,6L_r + 0,5W$
6.  $1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5L_r$
7.  $1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5R$
8.  $0,9D + 1,0W$
9.  $1,2D + 1,0EX + 1,0L$
10.  $1,2D + 1,0EY + 1,0L$
11.  $0,9D + 1,0EX$
12.  $0,9D + 1,0EY$

Keterangan      D : Beban Mati

$L_r$  : Beban Hidup Atap

$L$  : Beban Hidup

$R$  : Beban Hujan

$W$  : Beban Angin

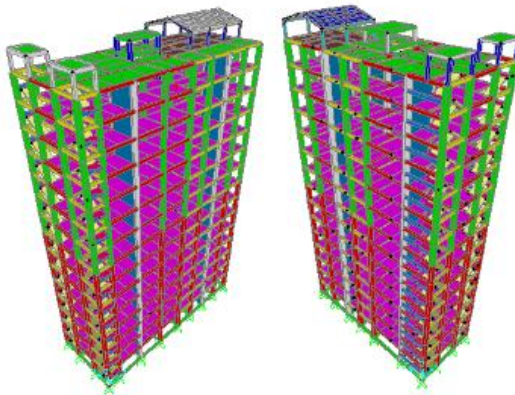
$E$  : Beban Gempa

## **BAB VI**

### **PERMODELAN STRUKTUR**

#### **6.1 Permodelan Struktur**

Pada permodelan struktur gedung apartemen menara runkut menggunakan program bantu SAP 2000 v 14. Pada permodelan kali ini ada satu apartemen terdiri dari 2 bangunan yangmana dimodelkan secara terpisah.untuk lebih jelasnya akan dijelaskan sebagai berikut:



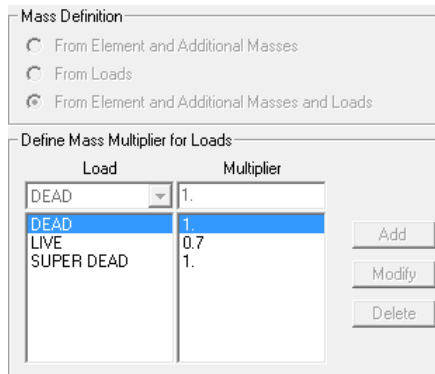
Gambar 6. 1 Permodelan Bangunan dengan Bangunan SAP  
2000

##### **6.1.1. Mass source**

Mass source adalah massa struktur pada program bantu SAP 2000 v.14 yang digunakan pada perhitungan untuk analisa modal menggunakan pilihan “mass definition: from element and additional massess and loads”.Maksudnya adalah berat sendiri struktur dihitung secara otomatis sedangkan

beban tambahan ditambahkan dengan pembesaran sesuai dengan jenis bebannya. Untuk rincian bebannya adalah seperti berikut:

- Beban mati tambahan adalah Super Dead yang mana faktornya 0,7
- Beban Hidup skala faktornya 1
- Beban Dead skala faktornya 1



Gambar 6. 2 Mas Source pada SAP 2000

### 6.1.2. Arah Gaya Gempa

Untuk arah gempa baik itu vertikal dan horisontal adalah sebagai berikut:

1. Gempa arah X :  $100\% E_x + 30\% E_y$
2. Gempa arah Y :  $100\% E_y + 30\% E_x$

### 6.1.3. Faktor Skala Gaya Beban Gempa Spektrum SAP 2000 untuk SRPM

Faktor skala gaya diambil dari persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Faktor pembebanan} &= \frac{I_e}{R} \times g \\ &= \frac{1}{8} \times 9.8 \text{m/s}^2 = 1.225\end{aligned}$$

Faktor beban tersebut adalah untuk arah gempa yang ditinjau sedangkan untuk arah yang tegak lurus dari peninjauan gempa tersebut akan terkena gempa sebesar 30% dari arah gempa yang ditinjau sehingga faktor skala gaya pada arah tegak lurus yang ditinjau adalah  $0,3 \times 1,225 = 0,3675$

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	RS SBY	1.225
Accel	U1	RS SBY	1.225
Accel	U2	RS SBY	0.3675

☐ Show Advanced Load Parameters

Add  
Modify  
Delete

Gambar 6. 3 Gaya Gempa pada Arah X

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	RS SBY	0.3675
Accel	U1	RS SBY	0.3675
Accel	U2	RS SBY	1.225

☐ Show Advanced Load Parameters

Gambar 6. 4 Gaya Gempa pada Arah Y

#### 6.1.4. Kontrol Periode Fundamental Struktur (T)

SNI 1726:2012 Pasal 7.8.2 menyebutkan bahwa penentuan perioda fundamental struktur, T, diijinkan secara langsung menggunakan perioda bangunan pendekatan, Ta, yang dihitung sesuai dengan Pasal 7.8.2.1, dimana Ta dalam satuan detik untuk struktur dinding struktur batu bata atau beton diijinkan untuk ditentukan dari persamaan :

$$T_a = \frac{0.0062 \, h_n}{\sqrt{C_w}}$$

Dengan hn adalah ketinggian struktur dalam meter dari dasar sampai tingkat tertinggi struktur dan Cw dihitung dari persamaan berikut :

$$C_w = \frac{100}{A_B} \sum_{i=1}^n \left( \frac{h_n}{h_i} \right)^2 \frac{A_i}{\left( 1 + 0.83 \left( \frac{h_i}{D_i} \right)^2 \right)}$$

Dimana :

$A_B$  = luas dasar struktur ( $m^2$ )



$A_i$  = luas badan dinding geser “i” ( $m^2$ )

$D_i$  = panjang dinding geser “i” m

$h_i$  = tinggi dinding geser “i” m

$x$  = jumlah dinding geser pada bangunan pada arah yang ditinjau

### A. Bangunan Arah Horizontal

Untuk bangunan horizontal memiliki data bangunan seperti berikut :

- Panjang : 39 meter
- Lebar : 14,5 meter
- Tinggi : 64,4 meter
- Luas : 565.50  $m^2$

Sedangkan untuk data Shear wallnya adalah :

- Tebal : 0,3 meter
- Lebar : 4,5 meter
- Tinggi : 60 meter
- Luas : 1.25  $m^2$
- Jumlah : 2

Maka alur perhitungannya adalah:

$$C_{wy} = \frac{100}{565,5} \left( \left( \frac{64,4}{60} \right)^2 \frac{1,25}{(1+0,83 \left( \frac{60}{4,5} \right)^2)} \right)$$

$$C_{wy} = 0,0058$$

$$T_{ay} = \frac{0,0062 \times 64,4}{\sqrt{0,0058}}$$

$$T_{ay} = 3,47$$

## B. Bangunan Arah Vertikal

Untuk bangunan vertikal memiliki data bangunan seperti berikut :

- Panjang : 39 meter
- Lebar : 14,5 meter
- Tinggi : 64,4 meter
- Luas : 485.1 m<sup>2</sup>

Sedangkan untuk data Shear wallnya adalah :

- Tebal : 0,3 meter
- Lebar : 5,5 meter
- Tinggi : 60 meter
- Luas : 1.25 m<sup>2</sup>
- : 1,71 m<sup>2</sup>
- Jumlah : 2

Maka alur perhitungannya adalah:

$$C_{wx} = \frac{100}{565,5} \times \left( 2 \times \left( \frac{64,4}{60} \right)^2 \times \left( \frac{1,25}{(1+0,83\left(\frac{60}{4,5}\right)^2)} \right) + \left( 2 \times \left( \frac{64,4}{60} \right)^2 \right. \right. \\ \left. \left. \frac{1,71}{(1+0,83\left(\frac{60}{4,5}\right)^2)} \right) \right)$$

$$C_{wx} = 0,00112$$

$$T_{ax} = \frac{0,0062 \times 64,4}{\sqrt{0,00112}}$$

$$T_{ax} = 3,58$$

Berdasarkan SNI 1726 2012 menyatakan nilai  $T < C_u \times T_a$  dimana  $T$  diperoleh dari permodelan dan  $C_u = 1,4$  yang berasal dari Pasal 7.8.2.1 tabel 14 dengan perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 T &< C_u \times T_{ay} \\
 2,83 &< 1,4 \times 3,48 \\
 2,83 &< 4,8 \quad (\text{OK}) \\
 T &< C_u \times T_{ax} \\
 2,96 &< 1,4 \times 3,52 \\
 2,83 &< 4,9 \quad (\text{Ok})
 \end{aligned}$$

#### 6.1.5. Kontrol Base Reaction

Berdasarkan SNI 1726 2012 menyatakan bahwa kombinasi respons untuk geser dasar ragam(vt) lebih kecil 85 persen dari geser dasar. Untuk mengetahuinya kita bisa mengoutput dari permodelan melalui modal partisipasi massa sebagai berikut :

Tabel 6. 1 Output Kntrol Gaya Geser Dasar

OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	99.988	96.2636
MODAL	Acceleration	UY	99.963	90.797

Tabel 6. 2 Output Kontrol Gaya Geser Dasar

OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	99.988	91.03
MODAL	Acceleration	UY	99.963	98.16

#### 6.1.6. Kontrol Dual Sistem

Berdasarkan SNI 1726 2012 menjelaskan Sistem Rangka Pemikul Momen harus memikul minimum 25% dari beban geser nominal total yang bekerja pada struktur bangunan.

Untuk mengecek presentase tersebut, perlu dilihat Base Shear akibat kombinasi gaya gempa arah X dan arah Y bangunan yang dianalisis. Untuk mengetahuinya periksa joint joint dasar SRPM dan Shear Wall yang diperiksa secara terpisah dengan memilih **joint reaction** pada **SAP 2000** yang mana hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 6. 3 Cek Kontrol Dual Sistem

	KG		PRESENTASI	
	X	Y	X	Y
SRPM	415357	232660.1	0.628	0.291
GH SW	246232.4	475624.7	0.372	0.719

Tabel 6. 4 Cek Kontrol Dual Sistem Bangunan 2

	KG		PRESENTASE	
	X	Y	X	Y
SRPM	222926.9	361007.4	0.27	0.41
SW	325201.4	130376.4	0.73	0.59

### 6.1.7. Kontrol Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726 2012 pasal 7.9.1 menyatakan bahwa jumlah ragam vibrasi/mode shape yang ditinjau dalam penjumlahan respons ragam harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa (Modal participating Mass Ratios) dalam menghasilkan respons total harus mencapai sekurang – kurangnya 90 %. Untuk hasilnya akan ditabelkan dibawah ini :

Tabel 6. 5 Kontrol Partisipasi Massa Bangunan 1

Output Case	Step Type	Step Num	Per iod	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
MODAL	Mode	1	2.979	0.000	0.792	0.000	0.000	0.792	0.000
MODAL	Mode	2	2.480	0.010	0.000	0.000	0.010	0.792	0.000
MODAL	Mode	3	2.146	0.694	0.000	0.000	0.704	0.792	0.000
MODAL	Mode	4	0.978	0.000	0.105	0.000	0.704	0.897	0.000

MODAL	Mode	5	0.797	0.001	0.000	0.000	0.705	0.897	0.000
MODAL	Mode	6	0.583	0.153	0.000	0.000	0.858	0.897	0.000
MODAL	Mode	7	0.558	0.000	0.036	0.000	0.858	0.933	0.000
MODAL	Mode	8	0.440	0.000	0.000	0.000	0.858	0.933	0.000
MODAL	Mode	9	0.386	0.000	0.019	0.000	0.858	0.953	0.000
MODAL	Mode	10	0.297	0.000	0.000	0.000	0.859	0.953	0.000
MODAL	Mode	11	0.289	0.000	0.012	0.000	0.859	0.965	0.000
MODAL	Mode	12	0.275	0.058	0.000	0.000	0.916	0.965	0.000
MODAL	Mode	13	0.234	0.000	0.000	0.411	0.916	0.965	0.411
MODAL	Mode	14	0.228	0.000	0.008	0.000	0.916	0.973	0.411
MODAL	Mode	15	0.218	0.000	0.000	0.000	0.916	0.973	0.411
MODAL	Mode	16	0.204	0.000	0.000	0.337	0.916	0.973	0.748
MODAL	Mode	17	0.186	0.000	0.006	0.001	0.916	0.979	0.749
MODAL	Mode	18	0.185	0.004	0.000	0.000	0.920	0.979	0.749
MODAL	Mode	19	0.177	0.000	0.000	0.002	0.920	0.979	0.751
MODAL	Mode	20	0.174	0.025	0.000	0.000	0.945	0.979	0.751
MODAL	Mode	21	0.169	0.001	0.000	0.000	0.946	0.979	0.751

MODAL	Mode	22	0.160	0.001	0.000	0.000	0.947	0.979	0.751
MODAL	Mode	23	0.159	0.000	0.000	0.020	0.947	0.980	0.771
MODAL	Mode	24	0.155	0.000	0.004	0.000	0.947	0.984	0.771
MODAL	Mode	25	0.154	0.000	0.000	0.001	0.947	0.984	0.773
MODAL	Mode	26	0.143	0.000	0.000	0.006	0.947	0.984	0.779
MODAL	Mode	27	0.142	0.000	0.000	0.021	0.947	0.984	0.800
MODAL	Mode	28	0.141	0.000	0.000	0.000	0.947	0.984	0.800
MODAL	Mode	29	0.139	0.000	0.000	0.000	0.947	0.984	0.800
MODAL	Mode	30	0.139	0.000	0.000	0.000	0.947	0.984	0.800

Tabel 6. 6 Kontrol Partisipasi Massa Bangunan 2

<b>Output Case</b>	<b>Step Type</b>	<b>Step Num</b>	<b>Per iod</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>UZ</b>	<b>Sum UX</b>	<b>Sum UY</b>	<b>Sum UZ</b>
MODAL	Mode	1	2.830	0.784	0.000	0.000	0.784	0.000	0.000
MODAL	Mode	2	2.157	0.000	0.475	0.000	0.784	0.475	0.000
MODAL	Mode	3	2.033	0.000	0.223	0.000	0.784	0.698	0.000

MODAL	Mode	4	0.918	0.108	0.000	0.000	0.891	0.698	0.000
MODAL	Mode	5	0.594	0.000	0.023	0.000	0.891	0.721	0.000
MODAL	Mode	6	0.557	0.000	0.128	0.000	0.891	0.849	0.000
MODAL	Mode	7	0.517	0.038	0.000	0.000	0.930	0.849	0.000
MODAL	Mode	8	0.354	0.020	0.000	0.000	0.949	0.849	0.000
MODAL	Mode	9	0.304	0.001	0.000	0.000	0.950	0.849	0.000
MODAL	Mode	10	0.283	0.000	0.002	0.000	0.950	0.851	0.000
MODAL	Mode	11	0.260	0.012	0.000	0.000	0.963	0.851	0.000
MODAL	Mode	12	0.255	0.000	0.057	0.000	0.963	0.908	0.000
MODAL	Mode	13	0.219	0.000	0.000	0.011	0.963	0.908	0.011
MODAL	Mode	14	0.204	0.009	0.000	0.000	0.971	0.908	0.011
MODAL	Mode	15	0.195	0.000	0.000	0.606	0.971	0.908	0.618
MODAL	Mode	16	0.185	0.000	0.000	0.025	0.971	0.908	0.643
MODAL	Mode	17	0.182	0.000	0.000	0.001	0.971	0.908	0.643
MODAL	Mode	18	0.180	0.000	0.001	0.000	0.971	0.909	0.643
MODAL	Mode	19	0.178	0.000	0.000	0.159	0.971	0.909	0.802
MODAL	Mode	20	0.168	0.000	0.003	0.000	0.971	0.912	0.802

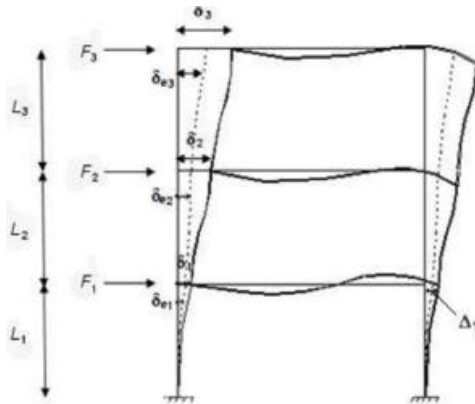


MODAL	Mode	21	0.165	0.006	0.000	0.000	0.978	0.912	0.803
MODAL	Mode	22	0.162	0.000	0.000	0.002	0.978	0.912	0.805
MODAL	Mode	23	0.160	0.000	0.004	0.000	0.978	0.916	0.805
MODAL	Mode	24	0.151	0.000	0.022	0.000	0.978	0.938	0.805
MODAL	Mode	25	0.150	0.000	0.000	0.000	0.978	0.938	0.805
MODAL	Mode	26	0.148	0.000	0.001	0.000	0.978	0.939	0.805
MODAL	Mode	27	0.146	0.000	0.000	0.000	0.978	0.940	0.805
MODAL	Mode	28	0.145	0.000	0.000	0.000	0.978	0.940	0.805
MODAL	Mode	29	0.138	0.005	0.000	0.000	0.983	0.940	0.805
MODAL	Mode	30	0.136	0.000	0.000	0.016	0.983	0.940	0.821

### 6.1.8. Kontrol Simpangan Antar Lantai

Untuk mengetahui besarnya simpangan antar lantai perlu dicari terlebih dahulu nilai perpindahan elastis,  $\delta_{xe}$  dari analisis struktur. Setelah itu nilai  $\delta_{xe}$  dikalikan dengan faktor pembesaran  $C_d/I_e$ . Setelah itu dapat diketahui besarnya simpangan antar tingkat yang merupakan selisih nilai perpindahan elastis yang diperbesar pada suatu tingkat dengan nilai perpindahan elastis yang diperbesar pada tingkat di bawahnya. Nilai simpangan ini selanjutnya dikontrol terhadap batas simpangan. Defleksi pusat massa di tingkat  $x$  ( $\delta_x$ ) harus

ditentukan sesuai dengan persamaan berikut berdasarkan SNI 03-1726-2012 Gambar 5:



Gambar 6. 5 Kontrol Simpangan Defleksi

$$\delta_X = \frac{Cd \cdot \delta_{xe}}{I_e}$$

Dengan :

$Cd$  = 5 (dinding geser bertulang khusus )

$\Delta_{xe}$  = Defleksi pada lantai -n yang ditentukan dengan analisis elastis

$I_e$  = faktor keutamaan gempa =1

Untuk nilai simpangan antar lantai ijin,  $\Delta_i$  , berdasarkan SNI 03-1726-2012 Tabel 16 didapatkan yakni:

Struktur	Kategori Risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	0,025h <sub>sx</sub>	0,020h <sub>sx</sub>	0,015h <sub>sx</sub>
Struktur dinding geser kantilever batu bata	0,010h <sub>sx</sub>	0,010h <sub>sx</sub>	0,010h <sub>sx</sub>
Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007h <sub>sx</sub>	0,007h <sub>sx</sub>	0,007h <sub>sx</sub>
Semua struktur lainnya	0,020h <sub>sx</sub>	0,015h <sub>sx</sub>	0,010h <sub>sx</sub>

Tabel 6. 7 Rumus Analisa Simpangan Defleksi Berdasarkan Struktur Bangunan

Maka didapatkan nilai  $\Delta i = 0,020h_{sx}$

Bersasarkan analisa simpangan kontrol dengan kombinasi yang menghasilkan defleksi maksimum didapatkan tabel sebagai berikut:

Tabel 6. 8 Rekap Hasil Defleksi Bangunan 1 arah X

LANTAI	ELEVASI	T antar lantai	$\delta_e$	$\delta_{xe}$	$\delta_i$	$\Delta i$	CEK SYARAT
	(m)		SAP 2000	mm	$C_d * \delta_{ie} / I_e$	$0.02 * h_{sx}$	
			(mm)	mm	mm	Mm	
15	60	4	64	2	10	80	OK
14	56	4	62	1	310	80	OK

13	52	4	61	3	305	80	OK
12	48	4	58	4	290	80	OK
11	44	4	54	3	270	80	OK
10	40	4	51	5	255	80	OK
9	36	4	46	4	230	80	OK
8	32	4	42	5	210	80	OK
7	28	4	37	5	185	80	OK
6	24	4	32	6	160	80	OK
5	20	4	26	5	130	80	OK
4	16	4	21	6	105	80	OK
3	12	4	15	6	75	80	OK
2	8	4	9	6	45	80	OK
1	4	4	3	3	15	80	OK

Tabel 6. 9 Rekap Hasil Defleksi Bangunan 1 arah Y

LANTAI	ELEVASI	T	δe	δxe	δi	Δi	CEK SYARAT
	(m)	antar lantai	SAP 2000	mm	Cd*δie/le	0.02*hsx	
		(mm)	mm		mm	mm	

15	60	4	57	3	15	80	OK
14	56	4	54	4	270	80	OK
13	52	4	50	3	250	80	OK
12	48	4	47	4	235	80	OK
11	44	4	43	5	215	80	OK
10	40	4	38	5	190	80	OK
9	36	4	34	5	170	80	OK
8	32	4	29	4	145	80	OK
7	28	4	25	5	125	80	OK
6	24	4	20	5	100	80	OK
5	20	4	15	4	75	80	OK
4	16	4	11	4	55	80	OK
3	12	4	7	3	35	80	OK
2	8	4	4	3	20	80	OK
1	4	4	1	1	5	80	OK

Tabel 6. 10 Rekap Hasil Defleksi Bangunan 2 arah X

LANTAI	ELEVASI	T antar lantai	$\delta e$	$\delta x e$	$\delta i$	$\Delta i$	CEK SYARAT
	(m)		SAP 2000	mm	$C d * \delta i e / l e$	$0.02 * h s x$	
		(mm)	mm		mm	mm	
15	60	4	48	3	15	80	OK
14	56	4	45	4	20	80	OK
13	52	4	41	3	15	80	OK
12	48	4	38	4	20	80	OK

11	44	4	34	4	20	80	OK
10	40	4	30	4	20	80	OK
9	36	4	26	4	20	80	OK
8	32	4	22	4	20	80	OK
7	28	4	18	3	15	80	OK
6	24	4	15	4	20	80	OK
5	20	4	11	3	15	80	OK
4	16	4	8	3	15	80	OK
3	12	4	5	2	10	80	OK
2	8	4	3	2	10	80	OK
1	4	4	1	1	5	80	OK

Tabel 6. 11 Rekap Hasil Defleksi Bangunan 2 arah X

LANTAI	ELEVASI	T antar lantai	$\delta e$	$\delta x_e$	$\delta i$	$\Delta i$	CEK SYARAT
	(m)		SAP 2000	mm	$Cd*\delta i_e/l_e$	$0.02*h_{sx}$	
		(mm)	mm		mm	mm	
15	60	4	64	1	5	80	OK
14	56	4	63	2	10	80	OK
13	52	4	61	3	15	80	OK
12	48	4	58	3	15	80	OK
11	44	4	55	3	15	80	OK
10	40	4	52	4	20	80	OK
9	36	4	48	5	25	80	OK
8	32	4	43	5	25	80	OK
7	28	4	38	5	25	80	OK
6	24	4	33	5	25	80	OK

5	20	4	28	6	30	80	OK
4	16	4	22	6	30	80	OK
3	12	4	16	6	30	80	OK
2	8	4	10	6	30	80	OK
1	4	4	4	4	20	80	OK

Halaman Sengaja Dikosongkan



## BAB VII

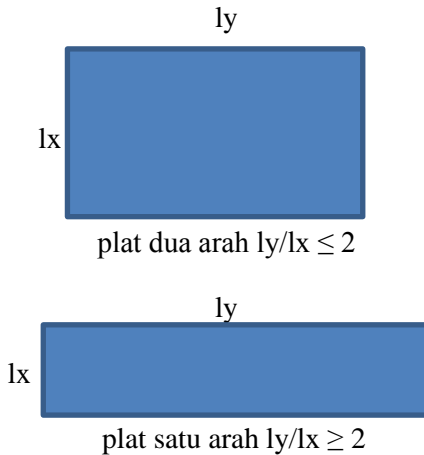
### STRUKTUR SEKUNDER

#### 7.1. Perhitungan Plat Lantai

Pada perhitungan plat kali ini akan dihitung dua jenis plat yaitu plat lantai dan plat atap. Plat yang didesain semuanya dikelilingi oleh balok.

#### 7.2. Analisis Struktur Plat Lantai

Untuk perhitungan struktur plat lantai ini menggunakan tabel koefisien momen dari PBI 1971 dan alur perhitungannya mengikuti ketentuan sebagai berikut:



Dimana :  $l_y$  = Bentang panjang plat  
 $l_x$  = Bentang pendek plat

Untuk beban yang bekerja pada plat adalah beban mati dan beban hidup. Rincian beban – beban yang bekerja adalah sebagai berikut:

### A. Beban plat lantai

1. Beban Mati :
 

Berat sendiri plat ( 0,12m x 2400 )	= 288 kg/m <sup>2</sup>
Berat keramik	= 15 kg/m <sup>2</sup>
Beban plafond ( 1cm )	= 8 kg/m <sup>2</sup>
Beban spesi	= 24 kg/m <sup>2</sup>
Beban waterproofing	= 7 kg/m <sup>2</sup>
  
2. Beban hidup
 

Beban lantai 1-14	= 192 kg/m <sup>2</sup>
Beban lantai atap	= 92 kg/m <sup>2</sup>
Beban lantai bangunan serbaguna	= 479 kg/m <sup>2</sup>

Sedangkan beban total mati dari masing masing plat lantai adalah :

- |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| I. Plat Lantai 1 – 14        | = 354 kg/m <sup>2</sup> |
| II. Plat Lantai Atap         | = 314 kg/m <sup>2</sup> |
| III. Plat bangunan serbaguna | = 354 kg/m <sup>2</sup> |

### B. Kombinasi Beban

Untuk kombinasi beban dari plat lantai adalah beban mati dan beban hidup yang mana diambil dari kombinasi terbesar dari macam kombinasi sebagai berikut:

- kombinasi 1 (**Lantai 1-14**)
 

1,4 D = 1,4 x 354	= 496 kg/m <sup>2</sup>
-------------------	-------------------------

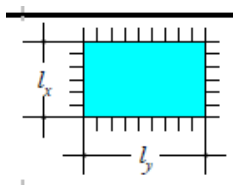
- kombinasi 2 (**Lantai 1-14**)  
 $1,2 D + 1,6L = 1,2 \times 354 + 1,6 \times 192 = 670 \text{ kg/m}^2$
- kombinasi 1 (**Lantai Atap**)  
 $1,4 D = 1,4 \times 314 = 440 \text{ kg/m}^2$
- kombinasi 2 (**Lantai Atap**)  
 $1,2 D + 1,6L = 1,2 \times 314 + 1,6 \times 96 = 530 \text{ kg/m}^2$
- kombinasi 1 (**Lantai Serba Guna**)  
 $1,4 D = 1,4 \times 354 = 496 \text{ kg/m}^2$
- kombinasi 2 (**Lantai Serba Guna**)  
 $1,2 D + 1,6L = 1,2 \times 354 + 1,6 \times 479 = 1191,2 \text{ kg/m}^2$

Jadi ,dari perhitungan diatas kombinasi beban terbesar adalah :

- kombinasi 2 (**Lantai 1-14**)  
 $670 \text{ kg/m}^2$
- kombinasi 2 (**Lantai Atap**)  
 $530 \text{ kg/m}^2$
- kombinasi 2 (**Lantai Serba Guna**)  
 $1191 \text{ kg/m}^2$

### C. Perhitungan Momen Plat

Untuk perhitungan momennya menggunakan koefisien dari PBI dengan rumus  $M = 0.001 \cdot qL \cdot Lx^2 \cdot X$  . sedangkan untuk salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

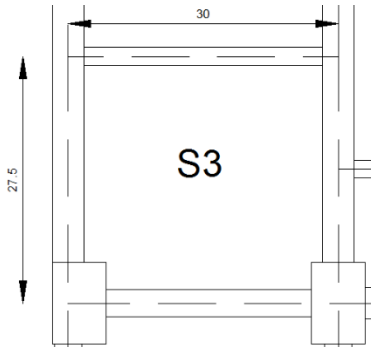
	$M_{l_x} = + 0.001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$
	$M_{l_y} = + 0.001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$
	$M_{t_x} = + 0.001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$
	$M_{t_y} = + 0.001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$

Tabel 7. 1 Tabel Rumus Momen Plat Berdasar PBI 71

### 7.2.1. Perhitungan Plat Dua Arah

Pada perhitungan plat dua arah akan diambil salah satu dari plat lantai 1 – 14.

#### 1. Plat lantai 1 – 14



Gambar 7. 1 Plat Lantai 2 Arah yang Ditinjau

$$l_y = 2.75 \text{ m}$$

$$l_x = 3 \text{ m}$$

$$\beta_1 = \frac{3 \text{ m}}{2.75 \text{ m}} = 1.2 < 2 \text{ (plat 2 arah)}$$

maka koefisien momen dari nilai  $\beta_1$  diatas adalah :

$$X_1 = 34$$

$$X_2 = 18$$

$$X_3 = 73$$

$$X_4 = 57$$

Momen yang terjadi pada tumpuan dan lapangan arah x dan y adalah :

$$M_{lx} = 0,001 \cdot 670 \cdot 2.75 \cdot 34 = 172.4 \text{ kg m / m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot 670 \cdot 2.75 \cdot 18 = 91.3 \text{ kg m / m}$$

$$M_{tx} = 0,001 \cdot 670 \cdot 3.8 \cdot 73 = 370 \text{ kg m / m}$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot 670 \cdot 3.8 \cdot 57 = 289 \text{ kg m / m}$$

## D. Perhitungan Penulangan Plat

### 1. Penulangan Tumpuan Arah X

$$d = h - \text{spesi} - (0.5 \times D)$$

$$d = 120 - 20 - (0.5 \times 12)$$

$$d = 94 \text{ mm}$$

$$Mu = 370.2 \text{ kg m/m}$$

$$= 3701910 \text{ N mm/ m}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{f_c' - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{30 - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.84$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{400}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.69$$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times d \times x^2}$$

$$R_n = \frac{3701910}{0.9 \times 1000 \times 95^2}$$

$$R_n = 0.46$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.44 \times 15.69}{390}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.0011$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{400} \times \left( \frac{600}{600+400} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.025$$

$$\rho_{\min} = 0.002$$

karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dikalikan dengan 30% dari  $\rho_{\text{perlu}}$  maka hasilnya adalah  $0.0015 < 0.002$ . maka yang digunakan adalah  $\rho_{\min} = 0.002$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.002 \times 1000 \times 94$$

$$A_s \text{ perlu} = 188 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan  $\emptyset 10\text{mm} - 200 \text{ mm}$  maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{s} L \emptyset 10 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{200} \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = 392.5 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Jarak Tulangan

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:

$$s \text{ pakai} < 2 \times t_s$$

$$200 < 2 \times 120$$

$$200 < 240 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Retak

Menurut SNI 03 -2847 – 2013 pasal 10.6.4 spasi tulangan terdekat ke muka tarik , s tidak boleh melebihi yang diberikan oleh :

$$s = 380 \times \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c$$

dengan :  $C_c = 20$  mm (jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik)

$$f_s = 2/3 F_y = 2/3 \times 400 = 267 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka : } s = 380 \times \left( \frac{280}{267} \right) - 2,5 \times 20$$

$$s = 265 \text{ mm} > 200 \text{ mm ( OK )}$$

jadi untuk daerah tumpuan x dipakai **tulangan Ø10mm – 200 mm.**

### 2. Penulangan Arah Y (tumpuan)

$$d = h - \text{spesi} - (0.5 \times D)$$

$$d = 120 - 20 - (0.5 \times 12)$$

$$d = 94 \text{ mm}$$

$$M_u = 289.1 \text{ kg m/m}$$

$$= 2890533 \text{ N mm/ m}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{f_c' - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{30 - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.84$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.69$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d \times x^2}$$

$$R_n = \frac{2890533}{0.9 \times 1000 \times 94^2}$$

$$R_n = 0.46$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.46 \times 15.69}{390}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.0011$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B_1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{400} \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.002$$

karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$  maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dikalikan dengan 30% dari  $\rho_{\text{perlu}}$  maka hasilnya adalah  $0.0015 < 0.002$ . maka yang digunakan adalah  $\rho_{\text{min}} = 0.002$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.002 \times 1000 \times 94$$

$$A_s \text{ perlu} = 188 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan  $\emptyset 10\text{mm} - 200 \text{ mm}$  maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{s} L \emptyset 10 \right) \text{ mm}^2$$



$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{200} \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = 392,5 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Jarak Tulangan

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:

$$s \text{ pakai} < 2 \times t_s$$

$$200 < 2 \times 120$$

$$200 < 240 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Retak

Menurut SNI 03 -2847 – 2013 pasal 10.6.4 spasi tulangan terdekat ke muka tarik , s tidak boleh melebihi yang diberikan oleh :

$$s = 380 \times \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c$$

dengan :  $C_c = 20 \text{ mm}$  (jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik)

$$f_s = 2/3 F_y = 2/3 \times 400 = 267 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka : } s = 380 \times \left( \frac{280}{267} \right) - 2,5 \times 20$$

$$s = 265 \text{ mm} > 200 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### 3. Penulangan Plat Arah X ( Lapangan )

$$d = h - \text{spesi} - (0,5 \times D)$$

$$d = 120 - 20 - (0.5 \times 12)$$

$$d = 94 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= 172.4 \text{ kg m/m} \\ &= 1724177 \text{ N mm/ m} \end{aligned}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{f_c' - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{30 - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.84$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.69$$

$$R_n = \frac{\text{Mu}}{\phi \times b \times d \times x^2}$$

$$R_n = \frac{1724177}{0.9 \times 1000 \times 95^2}$$

$$R_n = 0.21$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.21 \times 15.69}{390}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.0007$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{400} \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.002$$

karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$  maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dikalikan dengan 30% dari  $\rho_{\text{perlu}}$  maka hasilnya adalah  $0.0015 < 0.002$ . maka yang digunakan adalah  $\rho_{\text{min}} = 0.002$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.002 \times 1000 \times 94$$

$$A_s \text{ perlu} = 188 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan  $\emptyset$  10mm – 150 mm maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{s} L \emptyset 10 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{150} \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = 392.5 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Jarak Tulangan

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:

$$s \text{ pakai} < 2 \times t_s$$

$$150 < 2 \times 120$$

$$150 < 240 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Retak

Menurut SNI 03 -2847 – 2013 pasal 10.6.4 spasi tulangan terdekat ke muka tarik , s tidak boleh melebihi yang diberikan oleh :

$$s = 380 \times \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c$$

dengan :  $C_c = 20$  mm (jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik)

$$f_s = 2/3 F_y = 2/3 \times 400 = 267 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka : } s = 380 \times \left( \frac{280}{267} \right) - 2,5 \times 20$$

$$s = 265 \text{ mm} > 150 \text{ mm ( OK )}$$

#### 4. Penulangan Plat Arah Y ( Lapangan )

$$d = h - \text{spesi} - ( 0.5 \times D )$$

$$d = 120 - 20 - ( 0.5 \times 12 )$$

$$d = 94 \text{ mm}$$

$$M_u = 91.3 \text{ kg m/m}$$

$$= 912800 \text{ N mm/ m}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{f_c' - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{30 - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.84$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.69$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d \times x^2}$$

$$R_n = \frac{912800}{0.9 \times 1000 \times 95^2}$$

$$R_n = 0.14$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn \times m}{F_y}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.14 \times 15.69}{390}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.0005$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B1 \times f'_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{400} \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.002$$

karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$  maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dikalikan dengan 30% dari  $\rho_{\text{perlu}}$  maka hasilnya adalah  $0.0015 < 0.002$ . maka yang digunakan adalah  $\rho_{\text{min}} = 0.002$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.002 \times 1000 \times 94$$

$$A_s \text{ perlu} = 188 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan  $\emptyset 10\text{mm} - 150\text{ mm}$  maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{s} L \emptyset 10 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{200} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = 392.5 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Jarak Tulangan

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:

$$s_{\text{pakai}} < 2 \times t_s$$

$$200 < 2 \times 150$$

$$200 < 300 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Retak

Menurut SNI 03 -2847 – 2013 pasal 10.6.4 spasi tulangan terdekat ke muka tarik , s tidak boleh melebihi yang diberikan oleh :

$$s = 380 \times \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c$$

dengan :  $C_c = 20 \text{ mm}$  (jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik)

$$f_s = 2/3 F_y = 2/3 \times 400 = 267 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka : } s = 380 \times \left( \frac{280}{267} \right) - 2,5 \times 20$$

$$s = 265 \text{ mm} > 150 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### Perhitungan Tulangan Bagi

Untuk perhitungan tulangan bagi, berdasarkan SNI 03 2847 2013 pasal 7.12.2.1 nilai  $\rho = 0,002$  maka tulangan perlunya adalah

$$A_s = \rho \times b \times d = 0,002 \times 1000 \times 94 = 188 \text{ mm}^2$$

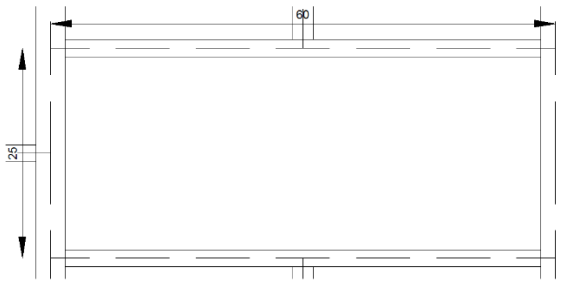
$$\text{maka dipakai } \emptyset 10 - 200 = 392 \text{ mm}^2$$

### 7.2.2. Penulangan Plat Lantai Satu Arah

Pada penulangan plat satu arah kan diambil salah satu plat lantai 1 – 14 sebagai berikut :

Pada perhitungan plat dua arah akan diambil salah satu dari plat lantai 1 – 14.

#### 1. Plat lantai 1 – 14



Gambar 7. 2 Plat Lantai 1 Arah yang Ditinjau

$$l_x = 2.5 \text{ m}$$

$$l_y = 6 \text{ m}$$

$$\beta_1 = \frac{6 \text{ m}}{2.5 \text{ m}} = 2.4 > 2 \text{ (plat 1 arah)}$$

maka koefisien momen dari nilai  $\beta_1$  diatas adalah :

$$X_1 = 42$$

$$X_2 = 11$$

$$X_3 = 83$$

$$X_4 = 57$$

Momen yang terjadi pada tumpuan dan lapangan arah x dan y adalah :

$$M_{lx} = 0,001 \cdot 670 \cdot 2.75 \cdot 42 = 165.6 \text{ kg m / m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot 670 \cdot 2.75 \cdot 11 = 43.4 \text{ kg m / m}$$

$$M_{tx} = 0,001 \cdot 670 \cdot 3.8 \cdot 83 = 327.3 \text{ kg m / m}$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot 670 \cdot 3.8 \cdot 57 = 224.8 \text{ kg m / m}$$

## E. Perhitungan Penulangan Plat

### 1. Penulangan Tumpuan Arah X

$$d = h - \text{spesi} - (0.5 \times D)$$

$$d = 120 - 20 - (0.5 \times 12)$$

$$d = 94 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= 327.3 \text{ kg m/m} \\ &= 3272949 \text{ N mm/ m} \end{aligned}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{f_{c'} - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{30 - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.84$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_{c'}}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.29$$

$$R_n = \frac{\text{Mu}}{\phi \times b \times d \times x^2}$$

$$R_n = \frac{3272949}{0.9 \times 1000 \times 94^2}$$

$$R_n = 0.4$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.4 \times 15.69}{390}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.001$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$



$$\rho_{\max} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{400} \times \left( \frac{600}{600+390} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.025$$

$$\rho_{\min} = 0.002$$

karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dikalikan dengan 30% dari  $\rho_{\text{perlu}}$  maka hasilnya adalah  $0.0013 < 0.002$ . maka yang digunakan adalah  $\rho_{\min} = 0.002$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.002 \times 1000 \times 94$$

$$A_s \text{ perlu} = 188 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan  $\emptyset 10\text{mm} - 150\text{ mm}$  maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{s} L \emptyset 10 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{150} \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = 392.5 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Jarak Tulangan

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:

$$s \text{ pakai} < 2 \times t_s$$

$$200 < 2 \times 150$$

$$200 < 300 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Retak

Menurut SNI 03 -2847 – 2013 pasal 10.6.4 spasi tulangan terdekat ke muka tarik , s tidak boleh melebihi yang diberikan oleh :

$$s = 380 \times \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c$$

dengan :  $C_c = 20$  mm (jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik)

$$f_s = 2/3 F_y = 2/3 \times 400 = 267 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka : } s = 380 \times \left( \frac{280}{267} \right) - 2,5 \times 20$$

$$s = 265 \text{ mm} > 150 \text{ mm ( OK )}$$

jadi untuk daerah tumpuan x dipakai **tulangan Ø10mm – 200 mm.**

### 2. Penulangan Arah Y (tumpuan)

$$d = h - \text{spesi} - (0.5 \times D)$$

$$d = 120 - 20 - (0.5 \times 12)$$

$$d = 94 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_u &= 224.8 \text{ kg m/m} \\ &= 2247688 \text{ N mm/ m} \end{aligned}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{f_c' - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{30 - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.84$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.69$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d \times x^2}$$

$$R_n = \frac{2247688}{0.9 \times 1000 \times 94^2}$$

$$R_n = 0.35$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.35 \times 15.69}{390}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.0009$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B_1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{400} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.002$$

karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$  maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dikalikan dengan 30% dari  $\rho_{\text{perlu}}$  maka hasilnya adalah  $0.0012 < 0.002$ . maka yang digunakan adalah  $\rho_{\text{min}} = 0.002$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.002 \times 1000 \times 94$$

$$A_s \text{ perlu} = 188 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan  $\emptyset 10\text{mm} - 200 \text{ mm}$  maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{s} L \emptyset 10 \right) \text{ mm}^2$$

$$As \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{200} \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \right) \text{ mm}^2$$

$$As \text{ pakai} = 392,5 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ pakai} > As \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Jarak Tulangan

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:

$$s \text{ pakai} < 2 \times t_s$$

$$200 < 2 \times 120$$

$$200 < 240 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Retak

Menurut SNI 03 -2847 – 2013 pasal 10.6.4 spasi tulangan terdekat ke muka tarik , s tidak boleh melebihi yang diberikan oleh :

$$s = 380 \times \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c$$

dengan :  $C_c = 20 \text{ mm}$  (jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik)

$$f_s = 2/3 F_y = 2/3 \times 400 = 267 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka : } s = 380 \times \left( \frac{280}{267} \right) - 2,5 \times 20$$

$$s = 265 \text{ mm} > 200 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### 3. Penulangan Plat Arah X ( Lapangan )

$$d = h - \text{spesi} - (0,5 \times D)$$

$$d = 120 - 20 - (0.5 \times 12)$$

$$d = 94 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= 165.6 \text{ kg m/m} \\ &= 1656191 \text{ N mm/ m} \end{aligned}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{f_c' - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{30 - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.84$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.69$$

$$R_n = \frac{\text{Mu}}{\phi \times b \times d \times x^2}$$

$$R_n = \frac{1656191}{0.9 \times 1000 \times 95^2}$$

$$R_n = 0.20$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.20 \times 15.69}{390}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.0007$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{400} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.002$$

karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$  maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dikalikan dengan 30% dari  $\rho_{\text{perlu}}$  maka hasilnya adalah  $0.001 < 0.002$ . maka yang digunakan adalah  $\rho_{\text{min}} = 0.002$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.002 \times 1000 \times 94$$

$$A_s \text{ perlu} = 188 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan  $\emptyset 10\text{mm} - 150 \text{ mm}$  maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{s} L \emptyset 10 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{150} \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = 392.5 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Jarak Tulangan

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:

$$s \text{ pakai} < 2 \times t_s$$

$$200 < 2 \times 120$$

$$200 < 240 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Retak

Menurut SNI 03 -2847 – 2013 pasal 10.6.4 spasi tulangan terdekat ke muka tarik , s tidak boleh melebihi yang diberikan oleh :

$$s = 380 \times \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c$$

dengan :  $C_c = 20$  mm (jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik)

$$f_s = 2/3 F_y = 2/3 \times 400 = 267 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka : } s = 380 \times \left( \frac{280}{267} \right) - 2,5 \times 20$$

$$s = 265 \text{ mm} > 200 \text{ mm ( OK )}$$

#### 4. Penulangan Plat Arah Y ( Lapangan )

$$d = h - \text{spesi} - ( 0.5 \times D )$$

$$d = 120 - 20 - ( 0.5 \times 12 )$$

$$d = 94 \text{ mm}$$

$$M_u = 43.4 \text{ kg m/m}$$

$$= 433764 \text{ N mm/ m}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{f_c' - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{30 - 28}{7}$$

$$\beta_1 = 0.84$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.69$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d \times x^2}$$

$$R_n = \frac{433764}{0.9 \times 1000 \times 95^2}$$

$$R_n = 0.07$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn \times m}{F_y}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.07 \times 15.69}{390}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.0002$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{400} \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.002$$

karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$  maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dikalikan dengan 30% dari  $\rho_{\text{perlu}}$  maka hasilnya adalah  $0.0005 < 0.002$ . maka yang digunakan adalah  $\rho_{\text{min}} = 0.002$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.002 \times 1000 \times 94$$

$$A_s \text{ perlu} = 188 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan  $\emptyset 10\text{mm} - 200 \text{ mm}$  maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{s} L \emptyset 10 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{200} \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = 392.5 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$



### Kontrol Jarak Tulangan

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:

$$s_{\text{pakai}} < 2 \times t_s$$

$$200 < 2 \times 120$$

$$200 < 240 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### Kontrol Retak

Menurut SNI 03 -2847 – 2013 pasal 10.6.4 spasi tulangan terdekat ke muka tarik, s tidak boleh melebihi yang diberikan oleh :

$$s = 380 \times \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c$$

dengan :  $C_c = 20 \text{ mm}$  (jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik)

$$f_s = 2/3 F_y = 2/3 \times 400 = 267 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka : } s = 380 \times \left( \frac{280}{267} \right) - 2,5 \times 20$$

$$s = 265 \text{ mm} > 200 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### Perhitungan Tulangan Bagi

Untuk perhitungan tulangan bagi, berdasarkan SNI 03 2847 2013 pasal 7.12.2.1 nilai  $\rho = 0,002$  maka tulangan perlunya adalah

$$A_s = \rho \times b \times d = 0,002 \times 1000 \times 94 = 188 \text{ mm}^2$$

$$\text{maka dipakai } \emptyset 10 - 200 = 392 \text{ mm}^2$$

Untuk hasil perhitungan plat lainnya akan ditampilkan dalam lampiran berbentuk tabel pada **lampiran perhitungan 1**.

### 7.3. Desain Plat Tangga dan Bordes

#### Data Perencanaan Plat Tangga dan Bordes

Untuk plat tangga dan plat brdes yang akan dihitung memiliki data perencanaan sebagai berikut:

$$f_c' = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$D = D 12 \text{ mm}$$

tebal plat tangga : 150 mm

tebal plat tangga efektif : 230 mm

tebal plat bordes : 150 mm

#### Pembebanan Plat Tangga dan Bordes

##### Beban Mati ( Super Dead )

Beban keramik :  $15 \text{ kg/m}^2$

Beban spesi :  $24 \text{ kg/m}^2$

##### Beban Hidup

Beban Hidup :  $383 \text{ Kg /m}^2$

##### Beban Ultimit

$$q_U = 1,4 \text{ qDL}$$

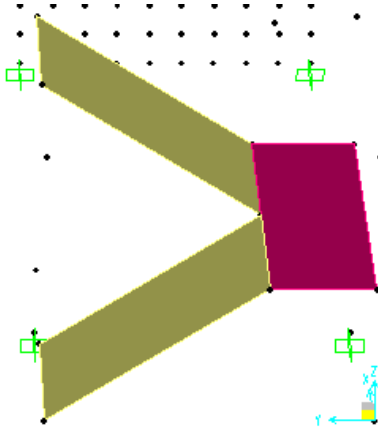
$$q_U = 1,4 \times 39 = 54,6 \text{ Kg / m}^2$$

$$q_U = 1,2 \text{ qDL} + 1,6 \text{ qLL}$$

$$q_U = 1,2 \times 39 + 1,6 \times 291,5 = 513,3 \text{ Kg / m}^2$$

## Permodelan Struktur Tangga

Permodelan struktur plat tangga dan plat bordes menggunakan SAP 2000



Gambar 7. 3 Permodelan Tangga Pada SAP 2000

## Analisa Struktur Plat Tangga dan Bordes

Momen yang terjadi pada plat tangga dan bordes menggunakan program bantu analisis SAP 2000. Untuk hasil analisisnya plat tangga dan bordes adalah sebagai berikut:

- Momen maksimum plat tangga : 1868.19 kg/m m
- Momen maksimum plat bordes : 2586.56 kg/m m

## Perhitungan Penulangan Plat Tangga

$$d = 150 - 20 - 12/2 = 124$$

$$Mu = 18681900 \text{ N} / \text{mm m}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times f'c}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.69$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d \times x^2}$$

$$R_n = \frac{18681900}{0.9 \times 1000 \times 124^2}$$

$$R_n = 1.39$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1.39 \times 15.69}{390}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.004$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B_1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.002$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.004 \times 1000 \times 124$$

$$A_s \text{ perlu} = 496 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan D12 mm – 150 mm maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{s} L \text{ D12} \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{150} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 12^2 \right) \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = 754 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

untuk tulangan bagi berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal

7.12.2.1 nilai  $\rho = 0.002$  , maka :

$$As \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$As \text{ perlu} = 0.002 \times 1000 \times 94$$

$$As \text{ perlu} = 188 \text{ mm}^2$$

misal digunakan tulangan  $\emptyset 10\text{mm} - 200 \text{ mm}$  ,maka As pakai adalah  $393 \text{ mm}^2$

### Perhitungan Penulangan Plat Bordes

$$d = 150 - 20 - 12/2 = 94$$

$$Mu = 25865600 \text{ N} / \text{mm m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.69$$

$$R_n = \frac{25865600}{\emptyset \times b \times d \times x^2}$$

$$R_n = \frac{18681900}{0.9 \times 1000 \times 94^2}$$

$$R_n = 1.87$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1.87 \times 15.69}{390}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.005$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600+390} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.025$$

$$\rho_{\min} = 0.002$$

$$As \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$As \text{ perlu} = 0.005 \times 1000 \times 124$$

$$As \text{ perlu} = 620 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan **D12 mm – 150 mm** maka As pakai adalah :

$$As \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{s} L \text{ D12} \right) \text{ mm}^2$$

$$As \text{ pakai} = \left( \frac{1000}{150} \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 12^2 \right) \text{ mm}^2$$

$$As \text{ pakai} = 754 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ pakai} > As \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

untuk tulangan bagi berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal

7.12.2.1 nilai  $\rho = 0.002$  , maka :

$$As \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$As \text{ perlu} = 0.002 \times 1000 \times 94$$

$$As \text{ perlu} = 188 \text{ mm}^2$$

misal digunakan tulangan **Ø10mm – 200 mm** ,maka As pakai adalah 393 mm<sup>2</sup>

menghitung panjang penyaluran penulangan plat tangga

berdasarkan SNI 03 2847 2013 pasal 12.2.2 adalah :

$$ld = \left( \frac{\psi t \cdot \psi e \cdot fy}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{fc'}} \right) \cdot db$$

$$\text{dengaan :} \quad \psi t = 1$$

$$\psi_e = 1$$

$$\text{Maka : } l_d = \left( \frac{1 \cdot 1 \cdot 390}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30}} \right) \cdot 12 \text{ mm} = 502 \text{ mm}$$

Maka diambil nilai  $l_d$  **550 mm**

#### 7.4.Desain Balok Bordes

Fungsi dari balok bordes adalah menyangga plat tangga dan bordes sekaligus menyalurkan gaya ke kolom kolom sebelahnya. Untuk type dari balok bordes adalah 2 jenis balok bordes karena memiliki perbedaan panjang. Untuk perencanaannya adalah sebagai berikut:

- Data Output Gaya pada SAP 2000

momen tumpuan : 3473.63 Kg m

momen lapangan : 1060 Kg m

Geser maksimal pada balok : -4299.28 Kg m

Torsi maksimal pada balok : 1693.34 Kg

- **Data Perencanaan Balok Bordes :**

L = 3000 mm

b = 450 mm

h = 550 mm

selimut = 40 mm

D lentur= 19 mm

D geser = 12 mm

- **Perhitungan Penulangan Lentur Tumpuan**

$$M_u = 34736300 \text{ N mm}$$

$$d = h - \text{selimut} - \text{sengkang} - D/2$$

$$d = 550 - 40 - 12 - 19/2$$

$$d = 488.5 \text{ mm}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$M_n = \frac{34736300}{0.9}$$

$$M_n = 38595900 \text{ N mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_{c'}}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.69$$

$$R_n = \frac{38595900}{b \times d^2}$$

$$R_n = \frac{18681900}{450 \times 489^2}$$

$$R_n = 0.73$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.73 \times 15.69}{390}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.0019$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B_1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1.4}{f_y}$$



$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{390}$$

$$\rho_{\min} = 0.0036$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.036 \times 450 \times 489$$

$$A_s \text{ perlu} = 789.1 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan **4 D19 mm** maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 4 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 1133.5 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

sedangkan untuk tulangan minimum pada tumpuan kanan bagian bawah adalah  $0,5 \times A_s$  tekan maka

$$A_s \text{ perlu} = 0,5 \times 1133.5$$

$$A_s \text{ perlu} = 567 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 3 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 850.2 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

Jadi ,dipakai 3D 19 pada tulangan tumpuan kanan bagian bawah

- **Perhitungan Penulangan Lentur Lapangan**

$$M_u = 10600000 \text{ N mm}$$

$$d = h - \text{selimut} - \text{sengkang} - D/2$$

$$d = 550 - 40 - 12 - 19/2$$

$$d = 488.5 \text{ mm}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$M_n = \frac{10600000}{0.9}$$

$$M_n = 117700000 \text{ N mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_{c'}}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.69$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2}$$

$$R_n = \frac{117700000}{450 \times 489^2}$$

$$R_n = 0.12$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.12 \times 15.69}{390}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.00003$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1.4}{f_y}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1.4}{390}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.0036$$

karena  $\rho_{\text{min}} > \rho_{\text{perlu}}$ , maka yang dipakai adlah  $\rho_{\text{min}} = 0.0036$

As perlu =  $\rho \times b \times d$

$$\text{As perlu} = 0.036 \times 450 \times 489$$

$$As \text{ perlu} = 789.1 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan **3 D19 mm** maka As pakai adalah :

$$As \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

$$As \text{ pakai} = 3 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

$$As \text{ pakai} = 850.2 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ pakai} > As \text{ perlu} \quad ( \text{OK} )$$

sedangkan untuk tulangan minimum pada lapangan bagian atas adalah  $0,5 \times As \text{ tekan}$  maka :

$$As \text{ perlu} = 0,5 \times 1133.5$$

$$As \text{ perlu} = 567 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

$$As \text{ pakai} = 3 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

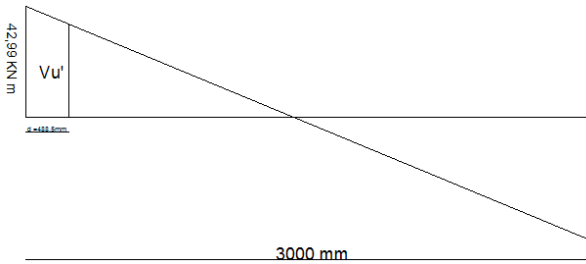
$$As \text{ pakai} = 850.2 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ pakai} > As \text{ perlu} \quad ( \text{OK} )$$

Jadi ,dipakai 2D 19 pada tulangan lapangan bagian atas

### • Perhitungan Tulangan Geser

Berdasarkan SNI 03 – 2847 - 2013 Pasal 11.1.3.1. gaya geser yang dipakai pada perhitungan adalah gaya geser terfaktor  $V_u$  sejarak dengan  $d$ . Untuk perhitungan lebih jelasnya adalah sebagai berikut:



Gambar 7. 4 Perhitungan Gaya Geser pada Balok Bordes

$$Vu' = \frac{Vu}{\frac{3000}{2}} \cdot \left( \frac{3000}{2} - d \right)$$

$$Vu' = \frac{42992.8}{\frac{3000}{2}} \cdot \left( \frac{3000}{2} - 488.5 \right)$$

$$Vu' = 28991.5 \text{ N}$$

$$Vc = 0.17 \times \lambda \times \sqrt{f'c} \times bw \times d \quad dg \lambda = 1$$

$$Vc = 0.17 \times 1 \times \sqrt{30} \times 450 \times 489$$

$$Vc = 216725.6 \text{ N}$$

$$\phi \cdot Vc = 0.75 \times 216725.6 \text{ N}$$

$$\phi \cdot Vc = 162544.2 \text{ N}$$

$$0.5 \times \phi \times Vc = 0.5 \times 162544.2 \text{ N}$$

$$0.5 \times \phi \times Vc = 81272.1 \text{ N}$$

karena  $Vu' < 0.5 \times \phi \times Vc$  ( **Kondisi 1** ), maka balok tidak perlu tulangan geser, tetapi untuk menjaga kestabilan dipasang tulangan geser **D12 mm – 300 mm** di sepanjang balok.

• **Perhitungan Penulangan Torsi**

1. Kontrol kecukupan penampang menahan momen torsi terfaktor berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.1 yaitu:

$$\sqrt{\left(\frac{Vu}{bw \cdot d}\right)^2 + \left(\frac{Tu \cdot Ph}{1,7 \cdot A_o h^2}\right)^2} \leq \pi \cdot \left(\frac{Vc}{bw \cdot d} + 0,66 \cdot \sqrt{f'c'}\right)$$

Dimana :  $Tu$  = Torsi maksimum dari output Sap 2000

$Vu$  = Geser maksimum dari output Sap 2000

Dengan nilai :  $Tu = 16933400 \text{ N mm}$

$$Vu = 42992.8 \text{ N}$$

$$b_h = b - 2 \cdot t - d \cdot \text{sengkan}$$

$$b_h = 450 - 2 \times 40 - 12$$

$$b_h = 358 \text{ mm}$$

$$h_h = h - 2 \cdot t - d \cdot \text{sengkan}$$

$$h_h = 550 - 2 \times 40 - 12$$

$$h_h = 458 \text{ mm}$$

Keliling penampang dengan dibatasi as tulangan sengkang adalah:

$$P_h = 2 \times (b_h + h_h)$$

$$P_h = 2 \times (358 + 458)$$

$$P_h = 1632 \text{ mm}$$

Luas penampang dengan dibatasi as tulangan sengkang:

$$A_{oh} = b_h \cdot h_h = 358 \times 458$$

$$A_{oh} = 163964 \text{ mm}^2$$

$$Vc = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c'} \times b_w \times d$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 450 \times 488.5 = 201073.2 \text{ N}$$

Setelah beberapa parameter dihitung maka :

$$\sqrt{\left(\frac{42992.8}{450 \cdot 488.5}\right)^2 + \left(\frac{16933400 \cdot 1632}{1.7 \cdot 163964^2}\right)^2} = 0.038$$

$$0,75 \cdot \left(\frac{201073.2}{450 \cdot 488,5} + 0,66 \cdot \sqrt{30}\right) = 3.5$$

dari perhitungan diatas didapat  $0.038 < 3.5$  maka penampang cukup untuk menahan torsi terfaktor. Selain itu, berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.1, pengaruh puntir dapat diabaikan bilamana :

$$T_u \leq T_{u \text{ min}}$$

$$T_u \leq \phi \cdot 0,083 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}^2}\right)$$

$$\text{dengan : } \lambda : 1$$

$P_{cp}$  : Keliling penampang keseluruhan

$A_{cp}$  : Luas penampang keseluruhan

$$P_{cp} = 2 \times (b + h)$$

$$P_{cp} = 2 \times (450 + 550) = 2000 \text{ mm}$$

$$A_{cp} = b \times h$$

$$A_{cp} = 450 \times 550 = 247500 \text{ mm}^2$$

maka :

$$T_{u \text{ min}} = 0,75 \cdot 0,083 \cdot 1 \cdot \sqrt{30} \cdot \left(\frac{247500^2}{2000^2}\right)$$

$$T_{u \text{ min}} = 5221441 \text{ N}$$

Karena  $16933400 < 5221441$  maka diperlukannya tulangan torsi pada balok maka perhitungan penulangan torsi adalah sebagai berikut:

- **Kebutuhan Tulangan Torsi Transversal**

Perhitungan tulangan transversal penahan torsi Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.6, dalam menghitung penulangan transversal penahan torsi, nilai  $A_o$  dapat diambil sama dengan  $0,8 A_{oh}$  dan nilai  $\theta = 45^\circ$   $A_o = 0,85 \cdot A_{oh} = 0,85 \times 171864 = 146084.4 \text{ mm}^2$

$$T_n = \frac{2 \times A_o \times A_T \times f_{yt}}{s} \times \cot \theta$$

$$\frac{T_u}{\phi} = \frac{2 \times A_o \times A_T \times f_{yt}}{s} \times \cot \theta$$

$$\frac{A_T}{s} = \frac{T_u}{\phi \times 2 \times A_o \times f_{yt} \times \cot \theta}$$

$$\frac{A_T}{s} = \frac{16933400}{0,75 \times 2 \times 163964 \times 390 \times 1}$$

$$\frac{A_T}{s} = 0.18 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Kebutuhan tulangan sengkang sebelum torsi

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{F_y \times d}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{73350}{390 \times 489} = 0.38 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Kebutuhan tulangan sengkang setelah torsi:

$$\frac{A_{vt}}{s} = \frac{A_v}{s} + 2 \cdot \frac{A_T}{s}$$

$$\frac{A_{vt}}{s} = 0,38 + 2 \cdot 0,18$$

$$\frac{A_{vt}}{s} = 0.74 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Kontrol apakah tulangan sengkang **2 kaki D12 – 200mm** yang terpasang mampu menahan tambahan gaya torsi :

$$\frac{A_v \text{ pakai}}{s} = \frac{2 \times 0,25 \times 3,14 \times 12^2}{200}$$

$$\frac{Av_{pakai}}{s} = 1,13 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\frac{Av_{pakai}}{s} < \frac{Av_t}{s}$$

Jadi tulangan sengkang **2 kaki D12 – 200 mm** mampu menahan gaya torsi.

- **Perhitungan tulangan longitudinal penahan torsi:**

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.7, tulangan torsi untuk tulangan lentur dihitung sebagai berikut:

$$A_l = \frac{A_t}{s} \times \Phi \times \frac{f_{yt}}{f_y} \times \cot^2 \theta$$

$$A_l = 0,18 \times 1632 \times \frac{390}{390} \times 1$$

$$A_l = 288.1 \text{ mm}^2$$

Direncanakan digunaka tulangan 2D 19 , maka :

$$= n \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot D^2$$

$$= 2 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 19^2 = 566.77 \text{ mm}^2$$

Jadi,berdasarkan rencana diatas jumlah tulangan torsi longitudinal yang dibutuhkan pada sisi kiri dan kanan adalah **2D 19mm.**



- **Perhitungan Panjang Penyaluran**

**Panjang penyaluran penulangan tarik:**

Beraskan SNI beton 03 - 2847-2013 Pasal 12.10.3 dan 12.10.4) panjang penyaluran tulangan tarik yang diterskan sepanjang d, 12db , atau  $l_n$  dengan diambil yang terbesar dari ketiga diatas maka :

- $d = 488.5 \text{ mm}$
- $12 \text{ db} = 12 \times 19 = 228 \text{ mm}$
- $l_n / 16 = 3000 / 16 = 140.63 \text{ mm}$

jadi , diambil nilai terbesar yaitu 488,5 mm dan dipakai 500 mm

selain itu menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.2 , untuk mencari nilai  $l_d$  adalah dengan rumus :

$$l_d = \left( \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot f_y}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot db$$

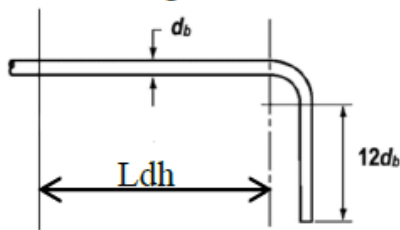
dengan :  $\psi_t = 1$

$$\psi_e = 1$$

$$\text{Maka : } l_d = \left( \frac{1 \cdot 1 \cdot 390}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30}} \right) \cdot 19 \text{ mm} = 552 \text{ mm}$$

Maka diambil nilai  $l_d$  **600 mm**

### Panjang Penyaluran Tulang Berkait



Gambar 7. 5 Sayart panjang Penyaluran Kaiyt

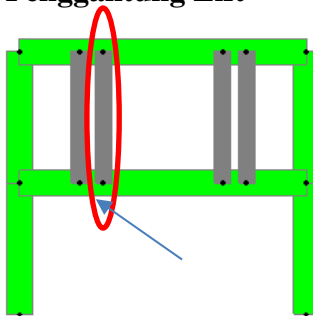
$$ldh = \left( \frac{0,24 \cdot \psi_e \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot db$$

dengaan :  $\psi_e = 1$

$$\text{Maka : } ldh = \left( \frac{0,24 \cdot 1 \cdot 1.390}{1 \cdot \sqrt{30}} \right) \cdot 19 \text{ mm} = 325 \text{ mm}$$

Diambil nilai **ldh = 400 mm**

### 7.5.Desain Balok Penggantung Lift



Gambar 7. 6 Balok Penggantung Lift

Fungsi dari balok penggantung lift adalah menyangga mesin lift dan beban penumpang.

- **Output gaya pada SAP 2000**



Gambar 7. 7 Momen yang terjadi pada lift

momen tumpuan : 1549.52 Kg m

momen lapangan : 3058.43 Kg m



Gambar 7. 8 Geser yang terjadi pada balok lift

Geser maksimal pada balok : 6406 Kg



Gambar 7. 9 Torsi yang terjadi pada balok lift

Torsi maksimal pada balok : 173 Kg

- **Data Perencanaan Balok Penggantung Lift :**

L = 2250 mm

b = 350 mm

h = 400 mm

selimut = 40 mm

D lentur= 19 mm

D geser = 12 mm

• **Perhitungan Penulangan Lentur Tumpuan**

$$M_u = N \text{ mm}$$

$$d = h - \text{selimut} - \text{senggang} - D/2$$

$$d = 350 - 40 - 12 - 19/2$$

$$d = 338.5 \text{ mm}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$M_n = \frac{15495200}{0.9}$$

$$M_n = 19369000 \text{ N mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.29$$

$$R_n = \frac{15495200}{b \times d^2}$$

$$R_n = \frac{18681900}{450 \times 489^2}$$

$$R_n = 0.48$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.48 \times 15.29}{390}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.0013$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600+390} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.025$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{390}$$

$$\rho_{\min} = 0.0036$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.036 \times 350 \times 338.5$$

$$A_s \text{ perlu} = 425.3 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan **3 D19 mm** maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 3 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 850.2 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

sedangkan untuk tulangan tarik minimum pada tumpuan kiri adalah  $0,5 \times A_s \text{ tekan}$  maka

$$A_s \text{ perlu} = 0,5 \times 850.2$$

$$A_s \text{ perlu} = 425 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 2 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 566.77 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

- **Perhitungan Penulangan Lentur Lapangan**

$$M_u = 30584300 \text{ N mm}$$

$$d = h - \text{selimut} - \text{sengkang} - D/2$$

$$d = 550 - 40 - 12 - 19/2$$

$$d = 488.5 \text{ mm}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$M_n = \frac{30584300}{0.9}$$

$$M_n = 38230375 \text{ N mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_{c'}}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.29$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2}$$

$$R_n = \frac{38230375}{450 \times 489^2}$$

$$R_n = 0.95$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.95 \times 15.69}{390}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.0025$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1.4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{390}$$

$$\rho_{\min} = 0.0036$$

karena  $\rho_{\min} > \rho_{\text{perlu}}$ , maka dicoba dikali 30% dan hasilnya adalah  $0.0032 > 0.0036$  maka yang dipakai adalah  $\rho_{\min} = 0.0036$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.036 \times 450 \times 489$$

$$A_s \text{ perlu} = 789.1 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan **3 D19 mm** maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 3 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 850.2 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

sedangkan untuk tulangan tekan minimum pada lapangan adalah  $0,5 \times A_s \text{ tekan}$  maka

$$A_s \text{ perlu} = 0,5 \times 850.2$$

$$A_s \text{ perlu} = 425 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 2 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

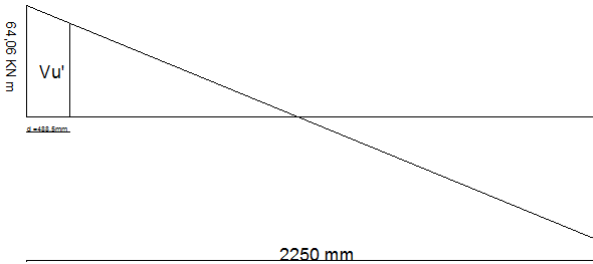
$$A_s \text{ pakai} = 566.77 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

### • Perhitungan Tulangan Geser

Berdasarkan SNI 03 – 2847 - 2013 Pasal 11.1.3.1. gaya geser yang dipakai pada perhitungan adalah gaya geser terfaktor  $V_u$

sejarak dengan d. Untuk perhitungan lebih jelasnya adalah sebagai berikut:



Gambar 7. 10 Penulangan Geser pada Penggantung Lift

$$V_u' = \frac{V_u}{\frac{2250}{2}} \cdot \left( \frac{2250}{2} - d \right)$$

$$V_u' = \frac{64060}{\frac{2250}{2}} \cdot \left( \frac{2250}{2} - 338.5 \right)$$

$$V_u' = 44785.1 \text{ N}$$

$$V_c = 0.17 \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d \quad \text{dg } \lambda = 1$$

$$V_c = 0.17 \times 1 \times \sqrt{30} \times 350 \times 338.5$$

$$V_c = 116804.6 \text{ N}$$

$$\phi \cdot V_c = 0.75 \times 116804.6 \text{ N}$$

$$\phi \cdot V_c = 87603.4 \text{ N}$$

$$0.5 \times \phi \times V_c = 0.5 \times 162544.2 \text{ N}$$

$$0.5 \times \phi \times V_c = 43801.7 \text{ N}$$

Karena  $0.5 \times \phi \times V_c < V_u' < \phi \cdot V_c$  (Kondisi 2), maka balok perlu memperhitungkan tulangan geser.



Perhitungan Beban geser minimum yang dipikul oleh tulangan :

$$V_s \text{ min} = \frac{bw \cdot d}{3}$$

$$V_s \text{ min} = \frac{350 \cdot 388.5}{3} = 39491.7 \text{ N}$$

Luas tulangan geser minimum yang diperlukan :

$$A_v \text{ min} = \frac{bw \cdot s}{3}$$

Misalkan jarak tulangan geser yang digunakan adalah 150 mm, maka :

$$A_v \text{ min} = \frac{350 \cdot 150}{3}$$

$$A_v \text{ min} = 11666.7 \text{ mm}^2$$

$$\text{dengan } 150 < \frac{388.5}{3} < 600 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Jadi digunakan tulangan geser **D12mm – 150 mm** di sepanjang balok penggantung lift.

### • Perhitungan Penulangan Torsi

2. Kontrol kecukupan penampang menahan momen torsi terfaktor berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.1 yaitu:

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{bw \cdot d}\right)^2 + \left(\frac{T_u \cdot Ph}{1.7 \cdot A_o h^2}\right)^2} \leq \pi \cdot \left(\frac{V_c}{bw \cdot d} + 0.66 \cdot \sqrt{f'c'}\right)$$

Dimana :  $T_u$  = Torsi maksimum dari output Sap 2000

$V_u$  = Geser maksimum dari output Sap 2000

Dengan nilai :  $T_u = 1425000 \text{ N mm}$

$$V_u = 44785.1 \text{ N}$$

$$b_h = b - 2 \cdot t - d. \text{sengkan}$$

$$b_h = 350 - 2 \times 40 - 12$$

$$b_h = 258 \text{ mm}$$

$$h_h = h - 2 \cdot t - d \cdot \text{senggang}$$

$$h_h = 400 - 2 \times 40 - 12$$

$$h_h = 308 \text{ mm}$$

Keliling penampang dengan dibatasi as tulangan sengkang adalah:

$$P_h = 2 \times (b_h + h_h)$$

$$P_h = 2 \times (258 + 308)$$

$$P_h = 1132 \text{ mm}$$

Luas penampang dengan dibatasi as tulangan sengkang:

$$A_{oh} = b_h \cdot h_h =$$

$$A_{oh} = 79464 \text{ mm}^2$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 350 \times 338.5 = 108368.7 \text{ N}$$

Setelah beberapa parameter dihitung maka :

$$\sqrt{\left(\frac{44785.1}{350 \cdot 338.5}\right)^2 + \left(\frac{1425000 \cdot 1132}{1,7 \cdot 79464^2}\right)^2} = 0.14$$

$$0,75 \cdot \left(\frac{201073.2}{450 \cdot 488,5} + 0,66 \cdot \sqrt{30}\right) = 3.45$$

dari perhitungan diatas didapat  $0.14 < 3.45$  maka penampang cukup untuk menahan torsi terfaktor. Selain itu, berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.1, pengaruh puntir dapat diabaikan bilamana :

$$T_u \leq T_{u \text{ min}}$$

$$T_u \leq \emptyset \cdot 0,083 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}^2}\right)$$

$$\text{dengan : } \lambda : 1$$

$$P_{cp} : \text{Keliling penampang keseluruhan}$$

$$A_{cp} : \text{Luas penampang keseluruhan}$$

$$\begin{aligned}
 P_{cp} &= 2 \times (b + h) \\
 P_{cp} &= 2 \times (350 + 400) = 1500 \text{ mm} \\
 A_{cp} &= b \times h \\
 A_{cp} &= 250 \times 350 = 140000 \text{ mm}^2 \\
 \text{maka :}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{u \text{ min}} &= 0,75 \cdot 0,083 \cdot 1 \cdot \sqrt{30} \cdot \left( \frac{140000^2}{1500^2} \right) \\
 T_{u \text{ min}} &= 2970116 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Karena  $1425000 < 2970116$  maka hanya perlu dipasang tulangan torsi **2D 19 mm**.  
dan hanya perlu dipasang tulangan torsi **2D 19 mm**.

#### • Perhitungan Panjang Penyaluran

##### Panjang penyaluran penulangan tarik:

Berasarkan SNI beton 03 - 2847-2013 Pasal 12.10.3 dan 12.10.4) panjang penyaluran tulangan tarik yang diterskan sepanjang  $d$ ,  $12db$ , atau  $l_n$  dengan diambil yang terbesar dari ketiga diatas maka :

- $d = 338.5 \text{ mm}$
- $12 \text{ db} = 12 \times 19 = 228 \text{ mm}$
- $l_n / 16 = 2250 / 16 = 120.61 \text{ mm}$

jadi , diambil nilai terbesar yaitu  $388,5 \text{ mm}$  jadi dipakai panjang penyaluran **400 mm**

selain itu menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.2 , untuk mencari nilai  $l_d$  adalah dengan rumus :

$$l_d = \left( \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot f_y}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot db$$

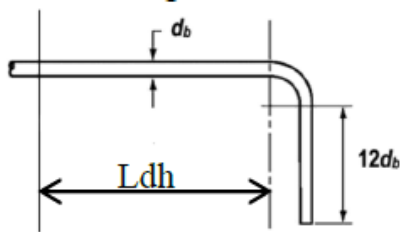
dengan :  $\psi_t = 1$

$$\psi_e = 1$$

$$\text{Maka : } l_d = \left( \frac{1 \cdot 1 \cdot 390}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30}} \right) \cdot 19 \text{ mm} = 552 \text{ mm}$$

Maka diambil nilai  $l_d$  **600 mm**

### Panjang Penyaluran Tulang Berkait



Gambar 7. 11 Detail Penyaluran Kait

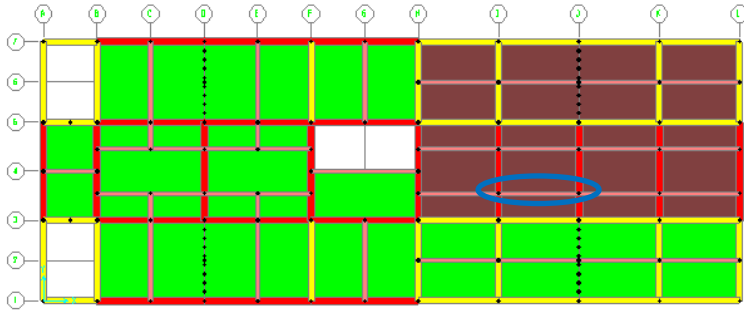
$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \cdot \psi_e \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot d_b$$

dengan :  $\psi_e = 1$

$$\text{Maka : } l_{dh} = \left( \frac{0,24 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 390}{1 \cdot \sqrt{30}} \right) \cdot 19 \text{ mm} = 324 \text{ mm}$$

Diambil nilai  $l_{dh}$  **350 mm**

## 7.6.Desain Balok Anak



Gambar 7. 12 Balok Anak yang Ditinjau

Fungsi dari balok anak adalah membantu menyangga plat lantai dan sekaligus menyalurkan gaya ke balok – balok induk sebelahnya. Untuk perencanaannya adalah sebagai berikut:

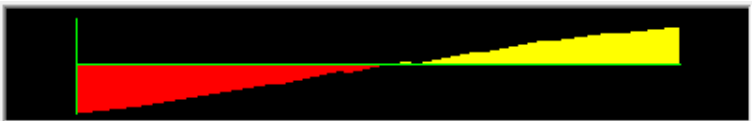
- Output gaya pada SAP 2000



Gambar 7. 13 Momen yang terjadi pada balok

momen tumpuan : 1695 Kg m

momen lapangan : 604 Kg m



Gambar 7. 14 Geser yang terjadi pada balok

Geser maksimal pada balok : 2005 Kg



Gambar 7. 15 Torsi yang terjadi pada balok

Torsi maksimal pada balok : 151 Kg m

- **Data Perencanaan Balok Anak :**

$$L = 4500 \text{ mm}$$

$$b = 250 \text{ mm}$$

$$h = 350 \text{ mm}$$

$$\text{selimut} = 40 \text{ mm}$$

$$D \text{ lentur} = 19 \text{ mm}$$

$$D \text{ geser} = 12 \text{ mm}$$

- **Perhitungan Penulangan Lentur Tumpuan**

$$M_u = 16950000 \text{ N mm}$$

$$d = h - \text{selimut} - \text{sengkang} - D/2$$

$$d = 350 - 40 - 12 - 19/2$$

$$d = 288.5 \text{ mm}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$M_n = \frac{16950000}{0.9}$$

$$M_n = 18833333.33 \text{ N mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f'_{cr}}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.29$$

$$R_n = \frac{38595900}{b \times d^2}$$

$$R_n = \frac{18833333.33}{250 \times 288.5^2}$$

$$R_n = 0.905$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{F_y}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.905 \times 15.69}{390}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.002$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B_1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1.4}{f_y}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1.4}{390}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.0036$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.036 \times 250 \times 288.5$$

$$A_s \text{ perlu} = 258.91 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan **2 D19 mm** maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 2 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 566.77 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

sedangkan untuk tulangan tarik minimum pada tumpuan kiri adalah  $0,5 \times A_s$  tekan maka

$$A_s \text{ perlu} = 0,5 \times 566.77$$

$$A_s \text{ perlu} = 283.385 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 2 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 566.77 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

- **Perhitungan Penulangan Lentur Lapangan**

$$M_u = 6040000 \text{ N mm}$$

$$d = h - \text{selimut} - \text{sengkang} - D/2$$

$$d = 350 - 40 - 12 - 19/2$$

$$d = 288.5 \text{ mm}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$M_n = \frac{6040000}{0.9}$$

$$M_n = 6711111 \text{ N mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_{c'}}$$

$$m = \frac{390}{0.85 \times 30}$$

$$m = 15.29$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2}$$

$$R_n = \frac{1330000}{450 \times 489^2}$$

$$R_n = 0.323$$



$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn \times m}{F_y}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.69} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.323 \times 15.69}{390}})$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0.001$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times B1 \times f'_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.84 \times 30}{390} \times \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.025$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1.4}{f_y}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1.4}{390}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.0036$$

karena  $\rho_{\text{min}} > \rho_{\text{perlu}}$ , maka yang dipakai adalah  $\rho_{\text{min}} = 0.0036$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0.036 \times 250 \times 288.5$$

$$A_s \text{ perlu} = 258.91 \text{ mm}^2$$

misalkan dipakai tulangan **2 D19 mm** maka  $A_s$  pakai adalah :

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 2 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 566.77 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

sedangkan untuk tulangan tekan minimum pada lapangan adalah  $0.5 \times A_s$  tekan maka

$$A_s \text{ perlu} = 0.5 \times 566.77$$

$$A_s \text{ perlu} = 283.385 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 0.25$$

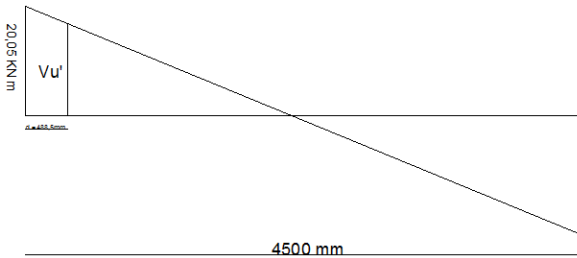
$$A_s \text{ pakai} = 2 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 0.25$$

$$A_s \text{ pakai} = 566.77 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu} \quad (\text{OK})$$

### • Perhitungan Tulangan Geser

Berdasarkan SNI 03 – 2847 - 2013 Pasal 11.1.3.1. gaya geser yang dipakai pada perhitungan adalah gaya geser terfaktor  $V_u$  sejarak dengan  $d$ . Untuk perhitungan lebih jelasnya adalah sebagai berikut:



Gambar 7. 16 Perhitungan Geser pada Balok Anak

$$V_u' = \frac{V_u}{\frac{3000}{2}} \cdot \left( \frac{3000}{2} - d \right)$$

$$V_u' = \frac{20050}{\frac{4500}{2}} \cdot \left( \frac{4500}{2} - 288.5 \right)$$

$$V_u' = 17479.14 \text{ N}$$

$$V_c = 0.17 \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d \quad \text{dg } \lambda = 1$$

$$V_c = 0.17 \times 1 \times \sqrt{30} \times 250 \times 288.5$$

$$V_c = 67157.6 \text{ N}$$

$$\phi \cdot V_c = 0.75 \times 67157.6 \text{ N}$$

$$\phi \cdot V_c = 50368 \text{ N}$$

$$0,5 \times \phi \times V_c = 0,5 \times 50368 \text{ N}$$

$$0,5 \times \phi \times V_c = 25184.11 \text{ N}$$

karena  $V_u' < 0,5 \times \phi \times V_c$  ( **Kondisi 1** ) , maka balok tidak perlu tulangan geser, tetapi untuk menjaga kestabilan dipasang tulangan geser **D12 mm – 300 mm** di sepanjang balok.

### • Perhitungan Penulangan Torsi

3. Kontrol kecukupan penampang menahan momen torsi terfaktor berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.1 yaitu:

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w \cdot d}\right)^2 + \left(\frac{T_u \cdot Ph}{1,7 \cdot A_o h^2}\right)^2} \leq \pi \cdot \left(\frac{V_c}{b_w \cdot d} + 0,66 \cdot \sqrt{f'c'}\right)$$

Dimana :  $T_u$  = Torsi maksimum dari output Sap 2000

$V_u$  = Geser maksimum dari output Sap 2000

Dengan nilai :  $T_u = 1510000 \text{ N mm}$

$$V_u = 20050 \text{ N}$$

$$b_h = b - 2 \cdot t - d.\text{sengkan}$$

$$b_h = 250 - 2 \times 40 - 12$$

$$b_h = 158 \text{ mm}$$

$$h_h = h - 2 \cdot t - d.\text{sengkan}$$

$$h_h = 350 - 2 \times 40 - 12$$

$$h_h = 258 \text{ mm}$$

Keliling penampang dengan dibatasi as tulangan sengkang adalah:

$$P_h = 2 \times (b_h + h_h)$$

$$P_h = 2 \times (158 + 258)$$

$$P_h = 832 \text{ mm}$$

Luas penampang dengan dibatasi as tulangan sengkang:

$$A_{oh} = b_h \cdot h_h = 158 \times 258$$

$$A_{oh} = 40764 \text{ mm}^2$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c'} \times b_w \times d$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 250 \times 288.5 = 67157.6 \text{ N}$$

Setelah beberapa parameter dihitung maka :

$$\sqrt{\left(\frac{20050}{250 \cdot 288.5}\right)^2 + \left(\frac{1510000.832}{1,7 \cdot 40764^2}\right)^2} = 0.7$$

$$0,75 \cdot \left(\frac{201073.2}{450 \cdot 488,5} + 0,66 \cdot \sqrt{30}\right) = 3.41$$

dari perhitungan diatas didapat  $0.7 < 3.41$  maka penampang cukup untuk menahan torsi terfaktor .Selain itu, berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.1, pengaruh puntir dapat diabaikan bilamana :

$$T_u \leq T_{u \text{ min}}$$

$$T_u \leq \phi \cdot 0,083 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}^2}\right)$$

dengan :  $\lambda$  : 1

$P_{cp}$  : Keliling penampang keseluruhan

$A_{cp}$  : Luas penampang keseluruhan

$$P_{cp} = 2 \times (b + h)$$

$$P_{cp} = 2 \times (250 + 350) = 1200 \text{ mm}$$

$$A_{cp} = b \times h$$

$$A_{cp} = 250 \times 350 = 87500 \text{ mm}^2$$

maka :

$$T_u \text{ min} = 0,75 \cdot 0,083 \cdot 1 \cdot \sqrt{30} \cdot \left( \frac{87500^2}{1200^2} \right)$$

$$T_u \text{ min} = 1812815 \text{ N}$$

Karena  $1510000 < 1812815$  maka hanya perlu dipasang tulangan torsi **2D 19 mm**.

#### • Perhitungan Panjang Penyaluran

##### Panjang penyaluran penulangan tarik:

Berasarkan SNI beton 03 - 2847-2013 Pasal 12.10.3 dan 12.10.4) panjang penyaluran tulangan tarik yang terskan sepanjang  $d$ ,  $12d_b$ , atau  $l_n$  dengan diambil yang terbesar dari ketiga diatas maka :

- $d = 288.5 \text{ mm}$
- $12 d_b = 12 \times 19 = 228 \text{ mm}$
- $l_n / 16 = 4500 / 16 = 281.25 \text{ mm}$

jadi , diambil nilai terbesar yaitu 288,5 mm dan dipakai **300 mm**

selain itu menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.2 , untuk mencari nilai  $l_d$  adalah dengan rumus :

$$l_d = \left( \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot f_y}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot d_b$$

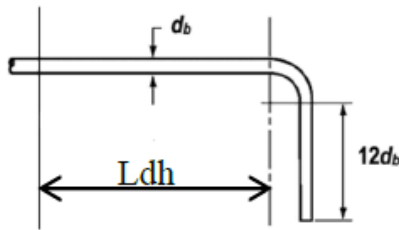
dengan :  $\psi_t = 1$

$$\psi_e = 1$$

$$\text{Maka : } l_d = \left( \frac{1 \cdot 1 \cdot 390}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30}} \right) \cdot 19 \text{ mm} = 795,81 \text{ mm}$$

Maka diambil nilai  $l_d$  **800 mm**

### Panjang Penyaluran Tulang Berkait



Gambar 7. 17 Detail Penyaluran Kait

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \cdot \psi_e \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot d_b$$

$$\text{dengaan : } \psi_e = 1$$

$$\text{Maka : } l_{dh} = \left( \frac{0,24 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 390}{1 \cdot \sqrt{30}} \right) \cdot 19 \text{ mm} = 324 \text{ mm}$$

Diambil nilai  $l_{dh}$  = **400 mm**

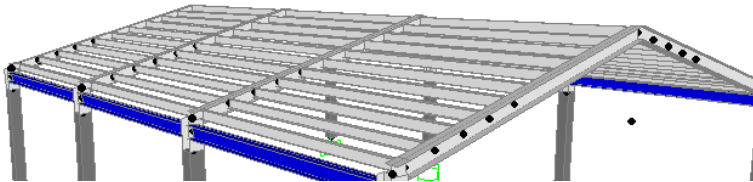
Untuk perhitungan balok anak type lainnya ,hasilnya akan dijelaskan melalui lampiran sebagai berikut:

## Perhitungan Baja

Perhitungan baja yang akan direncanakan meliputi struktur kolom baja , struktur atap baja yang meliputi gording , ikatan angin , kuda kuda. Untuk sambungan baja meliputi sambungan antar kuda kuda , kuda kuda dengan kolom , kuda kuda dengan balok.terakhir adalah baseplate antara kolom beton dan baja.

## Perhitungan Atap Baja

Perhitungan atap baja yang akan dihitung antara lain gording , ikatan angin , kuda kuda. Untuk perhitungan selengkapnya sebagai berikut.



Gambar 7. 18 Atap Baja

### 7.7.Gording

#### Data data Perencanaan

Baja BJ 37

$f_y = 240 \text{ Mpa}$

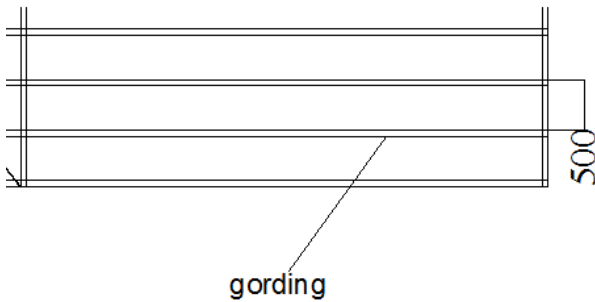
$f_u = 370 \text{ Mpa}$

Jarak antar kuda kuda 1 = 4,5 m = 4500 mm

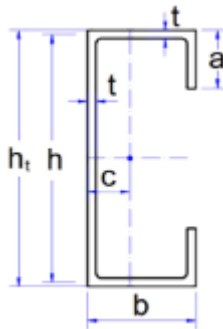
Jarak antar kuda kuda 2 = 5,5 m = 5500 mm

Jenis atap = Spandek

Berat jenis atap =  $5,52 \text{ Kg} / \text{m}^2$   
 Kemiringan atap =  $15^\circ$   
 Jarak antar gording =  $0,5 \text{ m}$  =  $500 \text{ mm}$   
 $\cos 15 = 0,965$   
 $\sin 15 = 0,258$



Gambar 7. 19 Jarak Antar Gording



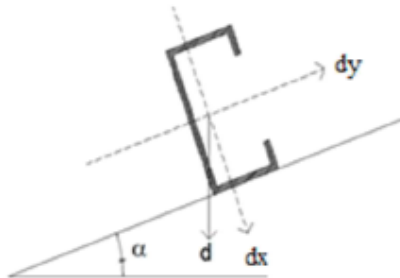
Gambar 7. 20 Gambar Profil CNP



Untuk profil baja yang digunakan menggunakan C 150 50 20 3,2 yang mana untuk detail penampangnya adalah sebagai berikut:

b	= 50 mm	J <sub>x</sub>	= 720 cm <sup>4</sup>
h	= 150 mm	J <sub>y</sub>	= 87,5 cm <sup>4</sup>
h	= 146,8 mm	i <sub>x</sub>	= 2,71 cm
t	= 3,2 mm	i <sub>y</sub>	= 7,77 cm
a	= 20 mm	Z <sub>x</sub>	= 72,1 cm <sup>3</sup>
A	= 11,81 mm <sup>2</sup>	Z <sub>y</sub>	= 16,8 cm <sup>3</sup>
W	= 9,27 Kg / m <sup>2</sup>	c	= 3,2 mm

### Perhitungan Beban



Gambar 7. 21 Perhitungan Beban pada Atap

Beban Mati :

berat atap	= 2.76	kg/m
berat gording	= 9,27	kg/m
berat lain lain	= 1,20	kg/m +
qDL total	= 13,23	kg/m

$$qDL_x = qDL_{\text{total}} \times \cos \alpha$$

$$qDL_x = 12,77 \text{ kg/m}$$

$$qDL_y = qDL_{\text{total}} \times \sin \alpha$$

$$qDL_y = 3,41 \text{ kg/m}$$

Beban Hidup :

beban hidup pekerja(LL)

$$qLX = 96 \times \cos 15^\circ$$

$$= 46.32 \text{ kg/m}$$

$$qLY = 96 \times \sin 15^\circ$$

$$= 12.38 \text{ kg/m}$$

Beban Angin :

$$\text{angin datang} = 38 \text{ (prhitungan sebelumnya)}$$

$$\text{angin pergi} = 38 \text{ (perhitungan sebelumnya)}$$

$$qW = \text{jarak gording} \times \text{beban angin}$$

$$= 0.5 \times 38$$

$$= 19 \text{ kg/m}$$

$$qW_x = qW \times \cos 15$$

$$= 19 \times 0.965$$

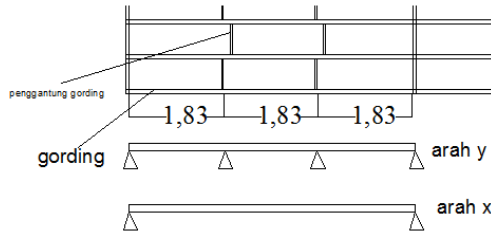
$$= 18.34 \text{ kg/m}$$

$$qW_y = qW \times \sin 15$$

$$= 19 \times 0.258$$

$$= 4.90 \text{ kg/m}$$

### Perhitungan Momen yang Terjadi Akibat Beban



Gambar 7. 22 Momen yang Terjadi pada Gording

- momen akibat beban mati :

$$x = 5.5 \text{ (arah x)}$$

$$M_{DLX} = 0.125 \cdot q_{DLx} \cdot L^2$$

$$M_{DLX} = 0,125 \cdot 12,77 \cdot 5,5^2$$

$$M_{DLX} = 48,29 \text{ kg m}$$

(arah y)

$$M_{DLY} = 0.125 \cdot q_{DLY} \cdot (L/3)^2$$

$$M_{DLY} = 1,43 \text{ kg m}$$

- momen akibat beban hidup :

$$x = 5.5 \text{ (arah x)}$$

$$M_{DLX} = 0.125 \cdot q_{DLx} \cdot (L)^2$$

$$M_{DLX} = 175.15 \text{ kg m}$$

(arah y)

$$M_{DLY} = 0.125 * q_{DLY} * (L/3)^2$$

$$M_{DLY} = 5,2 \text{ kg m}$$

- momen akibat beban angin :

$$x = 5.5 \text{ (arah x)}$$

$$M_{DLX} = 0.125 * q_{DLx} * (L)^2$$

$$M_{DLX} = 69.33 \text{ kg m}$$

(arah y )

$$M_{DLX} = 0.125 * q_{DLy} * (L/3)^2$$

$$M_{DLX} = 2.06 \text{ kg m}$$

### **Perhitungan Momen Kombinasi**

#### **LRFD :**

$$x = 5,5 \text{ m}$$

$$Mu = 1.4 D$$

arah x :

arah y :

$$Mux = 45,25 \text{ kg m}$$

$$Muy = 3,02 \text{ kg m}$$

$$Mu = 1.2 D + 1.6 L + 0.5W$$

arah x :

$$Mux = 249,59 \text{ kg m}$$

arah y

$$Muy = 16,68 \text{ kg m}$$

#### **ASD**

$$Mu = D + L + W$$

arah x

$$M_{ux} = 195,58 \text{ kg m}$$

arah y

$$M_{uy} = 13.10 \text{ kg m}$$

### Kombinasi Maksimum

LRFD

$$M_{ux} = 249,59 \text{ kg m}$$

$$M_{uy} = 16,68 \text{ kg m}$$

ASD

$$M_{ux} = 195,98 \text{ kg m}$$

$$M_{uy} = 13.1 \text{ kg m}$$

### Kontrol Momen Nominal

Menurut SNI 03-1729-2015 Tabel B4.1b untuk komponen struktur rasio tebal-terhadap-lebar adalah sebagai berikut:

- Untuk sayap

$$\frac{b}{t} = \frac{50}{3,2} = 15,63$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 10.97$$

$$\lambda_r = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_r = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 28.9$$

karena  $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$  maka penampang tidak kompak

- Untuk badan

$$\frac{h}{t} = \frac{150}{3,2} = 46,88$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 108.54$$

$$\lambda_r = 5,7 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_r = 5,7 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 164.54$$

karena  $\lambda < \lambda_p$  maka penampang kompak

Untuk menghitung Momen Nominal Akibat Pelelehan adalah sebagai berikut

$$M_n = M_p = f_y \cdot Z_x$$

dengan nilai  $Z_x$  adalah

$$Z_x = b \cdot t_f \cdot (d - t_f) + 0,25 \cdot t_w \cdot (d - 2t_f)^2$$

$$Z_x = 100 \cdot 8 \cdot (100 - 8) + 0,25 \cdot (100 - 2 \cdot 8)^2$$

$$Z_x = 84184$$

maka :

$$M_n = M_p = 240 \cdot 84184 = 4306560 \text{ N mm}$$

$$M_n = M_p = 430.656 \text{ kg m}$$

Menghitung momen nominal akibat tekuk torsi lateral

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$L_p = 1,76 \cdot 24,7 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 1254,9$$

Menghitung nilai Lr

$$L_r = 1,95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0,7 \cdot f_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h} + \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h}\right)^3 + 6,76 \cdot \left(\frac{0,7 \cdot f_y}{E}\right)^2}}$$

Konstanta warping :

$$C_w = \frac{I_y \cdot h^3}{4}$$

$$C_w = \frac{134 \cdot 10^4 \cdot (100 - (2 \cdot 8))^2}{4} = 2363760000 \text{ mm}^6$$

$$r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x}$$

$$r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{134 \cdot 10^4 \cdot 2363760000}}{76,5 \cdot 10^3} = 735,69 \text{ mm}^2$$

$$r_{ts} = 27,12 \text{ mm}$$

Menghitung Konstanta Torsi

$$J = \frac{2 \cdot b \cdot t^3 + (h - t_f) \cdot t^3}{3}$$

$$J = \frac{2 \cdot 100 \cdot 8^3 + (100 - 8) \cdot 6t^3}{3} = 1003,73 \text{ mm}^4$$

menghitung koefisien c

$$c = \frac{h}{2} \cdot \sqrt{\frac{I_y}{C_w}}$$

$$c = \frac{100}{2} \cdot \sqrt{\frac{1340000}{2363760000}}$$

maka Lr :

$$L_r = 1,95 \cdot 27 \cdot \frac{200000}{0,7 \cdot 240} \cdot$$

$$\sqrt{\frac{10003,7 \cdot 0,01}{76500000 \cdot 100} + \sqrt{\left(\frac{10003,7 \cdot 0,01}{76500000 \cdot 100}\right)^3 + 6,76 \cdot \left(\frac{0,7 \cdot 240}{200000}\right)^2}}$$

$$L_r = 10155,91 \text{ mm}$$

berdasarkan perhitungan diatas maka  $L_p < L_b < L_r$  (SNI 1729 2015 )

$$M_n = C_b \left( M_p - \left( M_p - 0,7 f_y S_x \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \leq M_p$$

$$\text{dengan } C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5 M_{max} + 3 M_A + 4 M_b + 3 M_c}$$

$M_a$  = momen pada  $\frac{1}{4} L$

$$= 0,5 \times (31,1 + 46,32) \times (5,5 / 4)^2$$

$$= 49 \text{ kg m}$$

$M_b$  = momen pada  $\frac{1}{4} L$

$$= 0,5 \times (31,1 + 46,32) \times (5,5 / 2)^2$$

$$= 195,98 \text{ kg m}$$

$M_c$  = momen pada  $\frac{1}{4} L$

$$= 0,5 \times (31,1 + 46,32) \times (5,5 / 4)^2$$

$$= 49 \text{ kg m}$$

maka :

$$C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5 M_{max} + 3 M_A + 4 M_b + 3 M_c}$$

$$C_b = 1.56$$

maka untuk  $M_n$  perhitungannya adalah

$$M_n = C_b \left( M_p - \left( M_p - 0,7 f_y S_x \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \leq M_p$$

$$M_n = M_p = 38493626.93 \text{ Nmm}$$

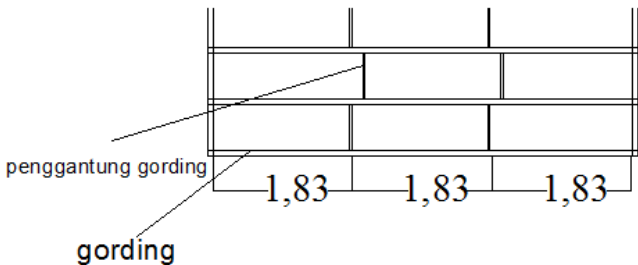
perbandingan antara beban ASD dan LRFD



$384,94 > 249$  LRFD (OK)

$384,94 > 195$  ASD (OK)

## 7.8. Perhitungan Penggantung Gording



Gambar 7. 23 Jarak Antar Penggantung Gording

### Penggantung Gording

#### Data Perencanaan

Jumlah penggantung gording	: 1
Jarak antar penggantung	: 2,25 m
Panjang	: 0.5 m
Jumlah gording yg ditumpu	: 10
Fy	: 240 Mpa : 2400 kg/cm <sup>2</sup>
Fu	: 370 Mpa : 3700 kg/cm <sup>2</sup>
Beban mati gording (arah X)	: 21.19 kg /m
Beban hidup gording (arah X)	: 46.32 kg /m
Beban angin gording (arah X)	: 18.34 kg /m
$\theta = \tan^{-1}(b/l)$	: 12.52°
sudut atap	: 15°

**Perhitungan Beban**

Beban mati :

$$Q_d = 2.25 \times 21.19 \times 10 = 476.7 \text{ kg}$$

$$N_d = 476.7 \times \sin 15^\circ = 123.0 \text{ Kg}$$

Beban hidup :

$$Q_L = 46.32 \times 2.25 \times 10 = 1042.2 \text{ kg}$$

$$N_L = 1042.2 \times \sin 15^\circ = 268.9 \text{ kg}$$

Beban mati :

$$Q_d = 2.25 \times 18.34 \times 10 = 412.5 \text{ kg}$$

$$N_d = 412.5 \times \sin 15^\circ = 106.4 \text{ Kg}$$

**Kombinasi Pembebanan****LRFD :**

$$N = 1.4 D$$

$$N = 1.4 \times 123 = 172.2 \text{ Kg}$$

$$N = 1.2D + 1.6L + 0.5W$$

$$N = 1.2 \times 123 + 1.6 \times 268.9 + 0.5 \times 106.4 = 631.0 \text{ Kg}$$

dari dua kombinasi diatas diambil yang paling besar yaitu 631 Kg

**ASD :**

$$N = D + L + W$$

$$N = 123.0 + 268.9 + 106.4 = 498.3 \text{ kg}$$

**Perencanaan Dimensi Penggantung Gording**

$$\Sigma V = 0$$

$$T \sin \theta - N = 0$$

$$T = \frac{N}{\sin \theta} = \frac{631,03 \cdot 10}{\sin 12,5} = 29079.7 \text{ N} \quad (\text{LRFD})$$

$$T = \frac{N}{\sin \theta} = \frac{498,32 \cdot 10}{\sin 12,5} = 22963.9 \text{ N} \quad (\text{ASD})$$

maka luas penggantung gording minimum adalah :

$$A = \frac{T}{F_y} = \frac{29079.7}{240} = 121.17 \text{ mm}^2 \quad (\text{LRFD})$$

$$A = \frac{T}{F_y} = \frac{22963.9}{240} = 95.68 \text{ mm}^2 \quad (\text{ASD})$$

Maka dipakai penggantung gording dengan diameter 13 mm dan luasnya 132.7 mm<sup>2</sup>

#### **Leleh Tarik Penampang Bruto:**

$$P_n = \phi \times f_y \times A_g$$

$$P_n = 0,9 \times 240 \times 132,7 = 28655.6 \text{ N}$$

$$P_n = 28655.6 \text{ N} > 26171.7 \text{ N} \quad (\text{OK}) \quad (\text{LRFD})$$

$$P_n = 28655.6 \text{ N} > 13750.8 \text{ N} \quad (\text{OK}) \quad (\text{ASD})$$

#### **Kontrol Putsu pada Penggantung :**

$$P_u = \phi \times f_u \times A_e \text{ dengan : } A_e = A_n \cdot U = 1$$

$$P_u = 0,75 \times 370 \times 1 = 36814.5 \text{ N}$$

$$P_u = 36814.5 \text{ N} > 29079.7 \text{ N} \quad (\text{OK}) \quad (\text{LRFD})$$

$$P_u = 36814.5 \text{ N} > 22963.9 \text{ N} \quad (\text{OK}) \quad (\text{ASD})$$

## **7.9.Perhitungan Ikatan Angin**

#### **Data Perencanaan :**

Jarak antar gording (b) = 0.5

$F_y : 240 \text{ Mpa}$

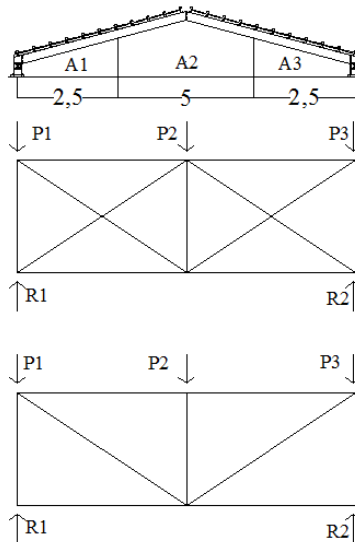
$F_u : 370 \text{ Mpa}$

Sudut kemiringan  $= 15^\circ$

Gaya angin pada dinding  $= 38 \text{ Kg /m}^2$

Pengaruh Angin Datang pada Dinding (C)  $= 0,8$

### Perhitungan Gaya yang Terjadi



Gambar 7. 24 Gaya pada Ikatan Angin

### Menghitung Luas Dinding

$$LA1 = LA3$$

$$A1 = A3 = 670 \times 2500 = 0.838 \text{ m}^2$$

$$L A2 = 2 \times (( 670 + 2 \times 670 ) \times 5000/2) /2$$

$$L A2 = 5.025 \text{ m}^2$$

### Perhitungan Gaya Ikatan Angin

$$P1 = A1 \cdot W \cdot C$$

$$P1 = 0,838 \times 38 \times 0,8 = 25.46 \text{ kg}$$

$$P1 = P3 = 25.46 \text{ kg}$$

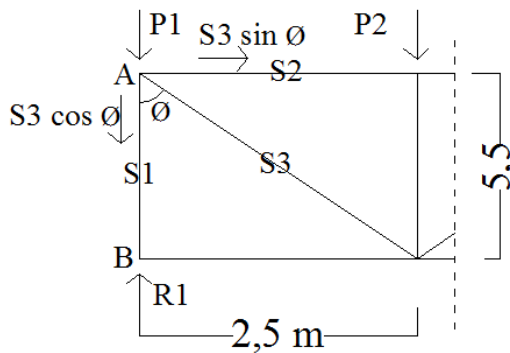
$$P2 = A2 \cdot W \cdot C$$

$$P2 = 5,025 \times 38 \times 0,8 = 152.76 \text{ kg}$$

$$R1 = P1 + 0,5 P2$$

$$R1 = 25,46 + 0,5 \times 152,76 = 101.84 \text{ kg}$$

$$R1 = R2 = 101.84 \text{ kg}$$



Gambar 7. 25 Gaya yang terjadi dihitung menggunakan ritter

$$\theta = \tan^{-1}(5,5 / 2,5)$$

$$\theta = 29^\circ$$

$$\cos \theta = 0.87$$

Ditinjau pada titik simpul A:

$$V = 0$$

$$R1 + S1 - S3 \cos \theta = -P1$$

$$H = 0$$

$$S2 = 0$$

Ditinjau pada titik simpul B:

$$V = 0$$

$$R1 - S1 = 0$$

$$R1 = S1$$

$$S1 = 101.84 \text{ kg}$$

Sehingga didapatkan

$$R1 + S1 - S3 \cos \theta = -P1$$

$$S3 \cos \theta = P1 + S1 + R1$$

$$S3 \cos \theta = 101,84 + 101,84 + 25,46$$

$$S3 = 263.38 \text{ Kg}$$

### **Perencanaan Batang Tarik pada Ikatan Angin**

Gaya yang terjadi pada ikatan angin adalah:

$$S3 = 2633.79 \text{ N}$$

Luas ikatan angin (A)

$$A = 2633.79 / 240$$

$$A = 10.97 \text{ mm}^2$$

diameter yg dipakai : 12 mm

$$Ag = 113.04 \text{ mm}^2$$

$$A < A_g \quad (\text{OK})$$

### **Kontrol Tegangan Ikatan Angin**

Gaya tarik ultimate terjadi:

$$S_3 = 263.38 \text{ N}$$

Untuk leleh tarik pada penampang bruto adalah:

$$P_n = \phi \times f_y \times A_g$$

$$P_n = 0,9 \times 240 \times 113,04 \text{ mm}^2$$

$$P_n = 24416.6 \text{ N} > 292.6 \text{ N} \quad (\text{OK}) \quad (\text{LRFD})$$

$$P_n = 24416.6 \text{ N} > 157.7 \text{ N} \quad (\text{OK}) \quad (\text{ASD})$$

Kontrol terhadap Putus

$$P_u = \phi \times f_u \times A_e \text{ dengan : } A_e = A_n \cdot U$$

$$\text{nilai } A_n = A_g = 113,04 \text{ mm}^2$$

$$P_u = 0,75 \times 370 \times 113,04 = 31368.6 \text{ N}$$

$$31368.6 \text{ N} > 263.38 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

## **7.10. Perhitungan Kuda Kuda**

### **Data Perencanaan**

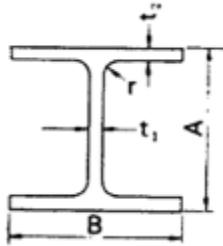
Jarak antar kuda kuda (1)	: 4500 mm
Jarak antar kuda kuda (2)	: 5700 mm
Jarak antar gording	: 500 mm
Bentang kuda-kuda	: 10000 mm
Sudut kemiringan atap	: 15°
Panjang miring kuda-kuda	: 4973 mm
Berat atap spandex	: 5.52 kg/m <sup>2</sup>

Berat gording : 17.2 kg/m

$F_y$  : 240 N/ mm<sup>2</sup> : 2400 kg/ cm<sup>2</sup>

$F_u$  : 370 N/ mm<sup>2</sup> : 3700 kg/cm<sup>2</sup>

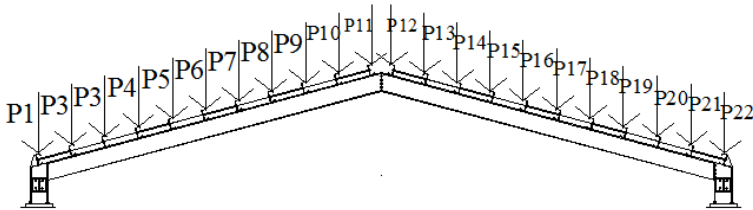
Untuk profil yang digunakan adalah profil WF dengan spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 7. 26 Penampang Profil WF

b	= 202 mm	$J_x$	= 1840 cm <sup>4</sup>
h	= 100 mm	$J_y$	= 134 cm <sup>4</sup>
$t_w$	= 5,5 mm	$i_x$	= 8,24 cm
$t_f$	= 8 mm	$i_y$	= 2,22 cm
r	= 11 mm	$Z_x$	= 184 cm <sup>3</sup>
A	= 2716 mm <sup>2</sup>	$Z_y$	= 26,8 cm <sup>3</sup>
W	= 21,3 Kg / m		





Gambar 7. 27 Gaya yang Terjadi pada Kuda Kuda

### Perhitungan Pembebanan

#### 1. Beban mati :

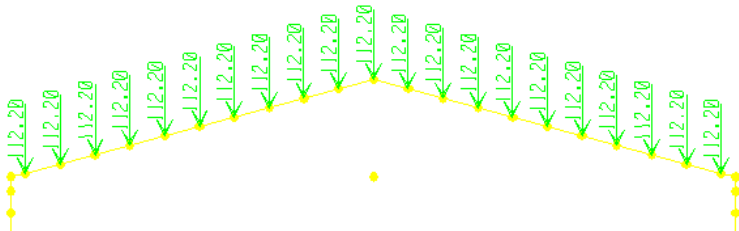
atap spandex = 14.1 kg

Berat gording = 87.7 kg

Qd = 101.8 kg

lain-lain (10% . Qd) = 10.2 kg

jumlah total = 112.0 kg

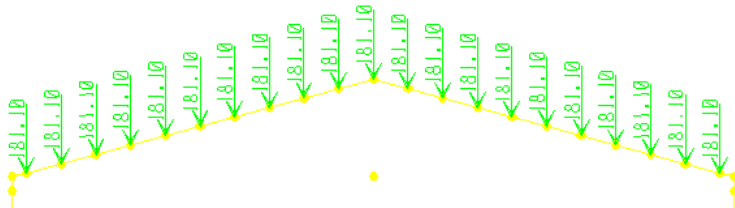


Gambar 7. 28 Input Beban Mati pada SAP 2000

#### 2. Beban Hidup :

beban hidup yang terjadi pada kuda kuda adalah :

PL = 118.1 kg



Gambar 7. 29 Input Beban Hidup pada SAP 2000

### 3. Beban Angin :

Dari perhitungan sebelumnya didapat beban angin yang didapat menggunakan beban minimum berdasar SNI 1727 2013 yaitu sebagai berikut :

angin arah datang =  $38 \text{ kg/m}^2$

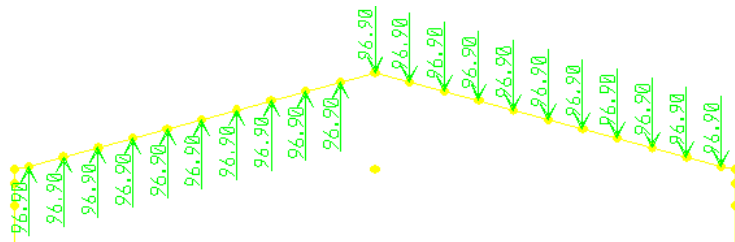
angin arah pergi =  $-38 \text{ kg/m}^2$

Gaya angin datang yang bekerja tiap joint pada gording :

$$PW = 38 \times 0,5 \times (5500+4500)/2000 = 96.9 \text{ kg}$$

Gaya angin pergi yang bekerja tiap joint pada gording :

$$PW = -38 \times 0,5 \times (5500+4500)/2000 = -96.9 \text{ kg}$$



Gambar 7. 30 Input Beban Angin pada SAP 2000

### Gaya yang Terjadi pada Kuda Kuda

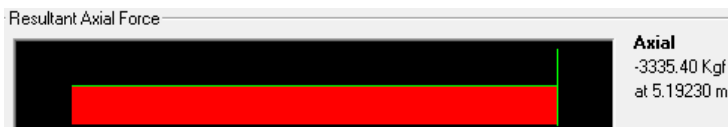
Untuk gaya yang dihasilkan menggunakan analisis SAP 2000 untuk mengetahui gaya yang terjadi pada batang sedangkan gaya

yang diambil menggunakan kombinasi terbesar antara LRFD dan ASD yaitu :

### LRFD

$$1,2D + 1,6L + 0,5W$$

$$P_u = 3350 \text{ Kg}$$



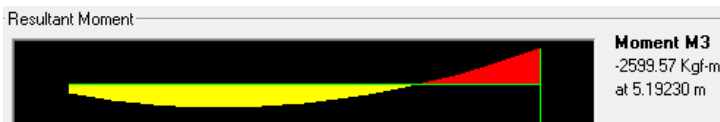
Gaya Aksial yang Terjadi pada Kuda Kuda

$$V_u = 2315 \text{ Kg}$$



Gaya Aksial yang Terjadi pada Kuda Kuda

$$M_u = 2599 \text{ Kg m}$$



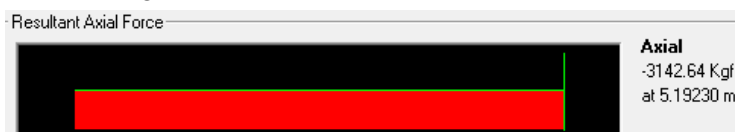
Gaya Momen yang Terjadi pada Kuda Kuda

### ASD

$$D + L + W$$

$$1,2D + 1,6L + 0,5W$$

$$P_u = 3142 \text{ Kg}$$



Gaya Aksial yang Terjadi pada Kuda Kuda

$$V_u = 2220,32 \text{ Kg}$$



Gaya Geser yang Terjadi pada Kuda Kuda

### Perhitungan Tekan Nominal

Data Data yang diketahui :

$$P_{\max} = 3350 \text{ kg} \quad \text{LRFD}$$

$$P_{\max} = 3142 \text{ kg} \quad \text{ASD}$$

$$A_g = 5121 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

jarak antar gording = 500 mm

### Pengecekan Rasio Tebal Terhadap Lebar

$$\lambda = \frac{b}{2 t f}$$

$$\lambda = \frac{100}{2 \times 11} = 4,8$$

$$\lambda_r = 0,56 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_r = 0,56 \cdot \sqrt{\frac{200000}{200000}} = 16.17$$

nilai  $\lambda < \lambda_r$  maka penampang yang dipakai termasuk elemen non-langsing menurut SNI 03-1729-2015 pasal B4.1.

Ke arah sumbu-X

menghitung kelangsingan batang

$$\lambda = \frac{L \cdot k}{r_x}$$

$$\lambda = \frac{500 \times 1}{75} = 6.67 < 200$$

kekuatan nominal batang tekan

Perhitungan nominal terfaktor batang tekan nonlangsing berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal E3 yang mana sebagai berikut:

$$\lambda = 4,71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda = 4,71 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 135.97$$

karena nilai  $\frac{L \cdot k}{r_y} < 4,71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ , maka nilai  $F_{cr}$  yang dipakai adalah berikut:

$$F_{cr} = \left(0,658^{\frac{f_y}{f_e}}\right) \cdot f_y$$

$$\text{dengan nilai } f_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{k \cdot L}{r_x}\right)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 200000}{(11.42)^2} = 44368.2 \text{ Mpa}$$

maka nilai  $F_{cr}$  adalah :

$$F_{cr} = \left(0,658^{\frac{240}{44368,2}}\right) \cdot 240$$

$$f_{cr} = 239.46 \text{ Mpa}$$

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g$$

$$P_n = 239.46 \times 5121 = 1226260.5 \text{ N}$$

$$P_n = 122626.1 \text{ Kg}$$

Kearah Sumbu Y

menghitung kelangsingan batang

$$\lambda = \frac{L \cdot k}{r_y}$$

$$\lambda = \frac{500 \times 1}{43.8} = 11.42 < 200$$

kekuatan nominal batang tekan

Perhitungan nominal terfaktor batang tekan nonlangsing berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal E3 yang mana sebagai berikut:

$$\lambda = 4,71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda = 4,71 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 135.97$$

karena nilai  $\frac{L \cdot k}{r_y} < 4,71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ , maka nilai  $F_{cr}$  yang dipakai adalah berikut:

$$F_{cr} = \left(0,658^{\frac{f_y}{f_e}}\right) \cdot f_y$$

$$\text{dengan nilai } f_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{k \cdot L}{r_x}\right)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 200000}{(11.42)^2} = 15132.1 \text{ Mpa}$$

maka nilai  $F_{cr}$  adalah :

$$F_{cr} = \left(0,658^{\frac{240}{15132,1}}\right) \cdot 240$$

$$f_{cr} = 238.4 \text{ Mpa}$$

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g$$

$$P_n = 238.4 \times 5121 = 1220908.2 \text{ N}$$

$$P_n = 122090.8 \text{ Kg}$$

jadi , untuk kuat tekan nominal batang, diambil nilai yang paling kecil, sehingga didapatkan:

### **LRFD**

$$\phi.P_n = 0,9 \times 122090.8$$

$$\phi.P_n = 109881.7 > 3350 \quad (\text{OK})$$

### **ASD**

$$P_n / \Omega_C = 122090.8 / 1,67$$

$$P_n / \Omega_C = 73108.3 > 3142 \quad (\text{OK})$$

### **Perhitungan Momen Nominal**

Diketahui data-data sebagai berikut:

$$f_r = 70 \text{ Mpa}$$

$$M_{\max} = 2829 \text{ Kg m} \quad \textbf{LRFD}$$

$$M_{\max} = 2019 \text{ Kg m} \quad \textbf{ASD}$$

Kontrol rasio tebal terhadap lebar untuk komponen struktur menurut SNI 03-1729-2015 Tabel B4.1b :

Untuk Badan :

$$\frac{b}{2 \cdot t_f} = \frac{0,5 \cdot 100}{2 \times 8} = 3.33$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 10.97$$

$$\lambda_r = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_r = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 28.9$$

Karena nilai  $\lambda < \lambda_p$ , maka penampang ini memiliki badan kompak.

Untuk Sayap :

$$\frac{h}{tw} = \frac{100}{5,5} = 18,2$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 108.54$$

$$\lambda_r = 5,7 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_r = 5,7 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 164.54$$

Menurut SNI 03-1729-2015 Pasal B4.1, jika semua nilai  $\lambda < \lambda_p$  penampang yang dipakai termasuk penampang kompak.

Untuk perhitungan momen nominal profil WF dihitung menurut SNI 03-1729-2015 Pasal F2 yaitu sebagai berikut :

### **Perhitungan Momen Nominal Akibat Pelelehan**

$$M_n = M_p = F_y \cdot Z_x$$

$$\text{dengan } Z_x = \frac{tw \cdot (h - 2 \cdot tf)^2}{4} + (h - tf) \cdot tf \cdot bf$$



$$Z_x = 513152 \text{ mm}^3$$

maka :

$$M_n = 240 \times 513152$$

$$M_n = 12315.6 \text{ Kg m}$$

### Perhitungan Momen Nominal Akibat Tekuk Torsi Lateral

Diketahui nilai  $L_b = 5200 \text{ mm}$

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$L_p = 1,76 \cdot 50,2 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 2550.5 \text{ mm}$$

Menghitung nilai  $L_r$

$$L_r = 1,95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0,7 \cdot f_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h} + \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h}\right)^3 + 6,76 \cdot \left(\frac{0,7 \cdot f_y}{E}\right)^2}}$$

Konstanta warping :

$$C_w = \frac{I_y \cdot h^3}{4}$$

$$C_w = 75337500000 \text{ mm}^6$$

$$r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x}$$

$$r_{ts}^2 = 2609.1 \text{ mm}^2$$

$$r_{ts} = 51.1 \text{ mm}$$

Menghitung Konstanta Torsi

$$J = \frac{2 \cdot b \cdot t^3 + (h - t_f) \cdot t^3}{3}$$

$$J = 535037.5 \text{ mm}^4$$

Koefisien  $C = 1$  (SNI 03-1729-2015 Pasal F2-8a)

maka  $L_r$  :

$$L_r = 1,95 \cdot 27 \cdot \frac{200000}{0,7 \cdot 240} \cdot \sqrt{\frac{535037,5 \cdot 1}{330000 \cdot 175} + \sqrt{\left(\frac{535037,5 \cdot 1}{330000 \cdot 175}\right)^3 + 6,76 \cdot \left(\frac{0,7 \cdot 240}{200000}\right)^2}}$$

$$L_r = 12784,2 \text{ mm}$$

berdasarkan perhitungan diatas maka  $L_p < L_b < L_r$  (SNI 1729 2015 )

### Perhitungan Berdasarkan Beban LRFD

$$M_n = C_b \left( M_p - \left( M_p - 0,7f_y S_x \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \leq M_p$$

$$\text{dengan } C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5 M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}$$

Untuk perhitungan momen dari kuda kuda diambil dari analisis SAP 2000

$$\begin{aligned} M_a &= \text{momen pada } \frac{1}{4} L \\ &= 1686 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_b &= \text{momen pada } \frac{1}{4} L \\ &= 1316 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_c &= \text{momen pada } \frac{1}{4} L \\ &= 437 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$M_{max} = 4458 \text{ kg m}$$

maka :

$$C_b = \frac{12,5 \cdot 4458}{2,5 \cdot 4458 + 3 \cdot 1686 + 4 \cdot 1316 + 3 \cdot 437}$$

$$C_b = 2,45$$

maka untuk  $M_n$  perhitungannya adalah

$$M_n = C_b \left( M_p - \left( M_p - 0,7f_y S_x \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \leq M_p$$

$$M_n = M_p = 18986.21 \text{ Kg m} > M_u = 4458 \text{ Kg m} \quad (\text{OK})$$

### Perhitungan Geser Nominal

Jika diketahui geser maksimum:

$$V_{\max} = 3420 \text{ kg}$$

Kebutuhan pengaku transversal, tidak diperlukan bila :

$$\frac{h}{t_w} \leq 2,46 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$23.33 < 71.01 \text{ (tidak memerlukan pengaku transversal)}$$

$$A_w = h \times t_w$$

$$A_w = 175 \times 7,5 = 1312.5 \text{ mm}^2$$

maka , untuk kuat gesernya adalah :

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v \quad \text{dengan } C_v = 1$$

$$V_n = 18900 \text{ Kg}$$

$$\phi \cdot V_n \geq V_u$$

$$0,9 \times 18900 > 3420$$

$$17010 > 3420 \quad (\text{OK})$$

### Perhitungan Berdasarkan Beban ASD

$$M_n = C_b \left( M_p - \left( M_p - 0,7 f_y S_x \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \leq M_p$$

$$\text{dengan } C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5 M_{max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C}$$

Untuk perhitungan momen dari kuda kuda diambil dari analisis SAP 2000

$$\begin{aligned} M_a &= \text{momen pada } \frac{1}{4} L \\ &= 1304 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$M_b = \text{momen pada } \frac{1}{4} L$$

$$= 1208 \text{ kg m}$$

$M_c$  = momen pada  $\frac{1}{4} L$

$$= 242 \text{ kg m}$$

$$M_{\max} = 2872 \text{ kg m}$$

maka :

$$C_b = \frac{12,5 \cdot 2872}{2,5 \cdot 2872 + 3 \cdot 1304 + 4 \cdot 1208 + 3 \cdot 242}$$

$$C_b = 2.16$$

maka untuk  $M_n$  perhitungannya adalah

$$M_n = C_b \left( M_p - \left( M_p - 0,7f_y S_x \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \leq M_p$$

$$M_n = M_p = 18986.21 \text{ Kg m} > M_u = 2854 \text{ Kg m}$$

### Perhitungan Geser Nominal

Jika diketahui geser maksimum:

$$V_{\max} = 2412 \text{ kg}$$

Kebutuhan pengaku transversal, tidak diperlukan bila :

$$\frac{h}{t_w} \leq 2,46 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$23.33 < 71.01 \text{ (tidak memerlukan pengaku transversal)}$$

$$A_w = h \times t_w$$

$$A_w = 175 \times 7,5 = 1312.5 \text{ mm}^2$$

maka , untuk kuat gesernya adalah :

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v \quad \text{dengan } C_v = 1$$

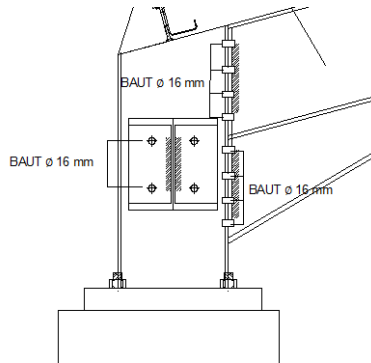
$$V_n = 18900 \text{ Kg}$$

$$V_n / \Omega \geq V_u$$

$$18900 / 1,67 > 3420$$

$$11317.4 > 3420 \text{ (OK)}$$

### 7.11. Perhitungan Kolom Baja

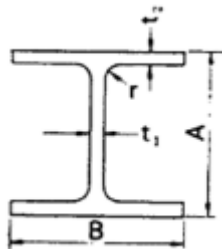


Gambar 7. 31 Kolom Baja yang Dihitung

Data Perencanaan

$$L = 500 \text{ mm}$$

profil yang digunakan adalah profil WF dengan spesifikasi :



Gambar 7. 32 Penampang Profil WF

b	= 250 mm	J <sub>x</sub>	= 4720 cm <sup>4</sup>
h	= 250 mm	J <sub>y</sub>	= 1600 cm <sup>4</sup>
t <sub>w</sub>	= 9 mm	i <sub>x</sub>	= 8,62 cm

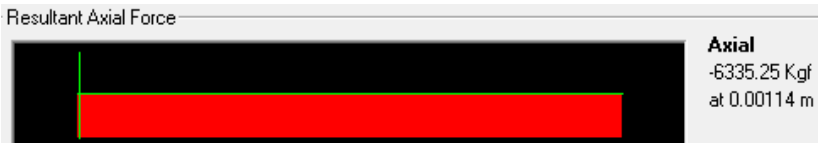
tf	=14 mm	iy	= 5,02 cm
r	= 16 mm	Zx	= 472 cm3
A	= 9218 mm <sup>2</sup>	Zy	= 160 cm3
W	= 82,2 Kg / m		

**Gaya yang Terjadi pada Kolom**

**LRFD**

Untuk gaya yang terjadi menggunakan kombinasi terbesar yaitu 1.2D + 1.6L + 0.5W yang mana hasil gayanya sebagai berikut:

$P_u = 6336 \text{ kg}$



Gaya Aksial yang Terjadi pada Kolom

$V_u = 6505 \text{ kg}$



Gaya geser yang Terjadi pada kolom

$M_u = 2829 \text{ kg m}$

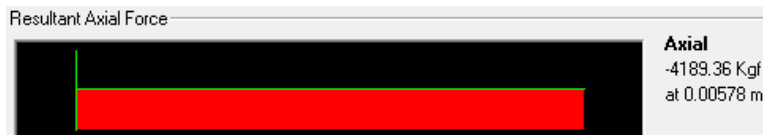


Momen yang Terjadi pada Kolom

## ASD

Untuk ASD kombinasi bebannya tanpa dikalikan faktor skala yang mana kombinasi bebannya  $D + W + L$  sebagai berikut:

$$P_u = 4190 \text{ kg}$$



Gaya Aksial yang Terjadi pada Kolom

$$V_u = 3364 \text{ kg}$$



Gaya geser yang Terjadi pada kolom

$$M_u = 2019 \text{ kg m}$$



Momen yang Terjadi pada Kolom

## Perhitungan Tekan Nominal

Data Data yang diketahui :

$$P_{max} = 6336 \text{ kg} \quad \text{LRFD}$$

$$P_{max} = 4190 \text{ kg} \quad \text{ASD}$$

$$A_g = 6553 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

### Pengecekan Rasio Tebal Terhadap Lebar

$$\lambda = \frac{b}{2 \, t f}$$

$$\lambda = \frac{250}{2 \times 14} = 8.87$$

$$\lambda_r = 0,56 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_r = 0,56 \cdot \sqrt{\frac{200000}{200000}} = 16.17$$

nilai  $\lambda < \lambda_r$  maka penampang yang dipakai termasuk elemen non-langsing menurut SNI 03-1729-2015 pasal B4.1.

Ke arah sumbu-X

menghitung kelangsingan batang

$$\lambda = \frac{L \cdot k}{r_x}$$

$$\lambda = \frac{500 \times 1}{86.2} = 6.21 < 200$$

kekuatan nominal batang tekan

Perhitungan nominal terfaktor batang tekan non langsing berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal E3 yang mana sebagai berikut:

$$\lambda = 4,71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda = 4,71 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 135.97$$



karena nilai  $\frac{L \cdot k}{r_y} < 4,71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ , maka nilai  $F_{cr}$  yang dipakai adalah berikut:

$$F_{cr} = (0,658^{\frac{f_y}{f_e}}) \cdot f_y$$

$$\text{dengan nilai } f_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{k \cdot L}{r_x}\right)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 200000}{(86,2)^2} = 14652,2 \text{ Mpa}$$

maka nilai  $F_{cr}$  adalah :

$$F_{cr} = (0,658^{\frac{240}{14652,2}}) \cdot 240$$

$$f_{cr} = 238,4 \text{ Mpa}$$

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g$$

$$P_n = 238,4 \times 6553 = 1561974,7 \text{ N}$$

$$P_n = 156197,5 \text{ Kg}$$

### **LRFD**

$$\phi \cdot P_n = 0,9 \times 156197,5$$

$$\phi \cdot P_n = 140577,7 > 6336 \quad (\text{OK})$$

### **ASD**

$$P_n / \Omega = 156197,5 / 1,67$$

$$P_n / \Omega = 93531,4 > 4190 \quad (\text{OK})$$

Kearah Sumbu Y

menghitung kelangsingan batang

$$\lambda = \frac{L \cdot k}{r_y}$$

$$\lambda = \frac{500 \times 1}{50,2} = 11,60 < 200$$

kekuatan nominal batang tekan

Perhitungan nominal terfaktor batang tekan nonlangsing berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal E3 yang mana sebagai berikut:

$$\lambda = 4,71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda = 4,71 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 135.97$$

karena nilai  $\frac{L \cdot k}{r_y} < 4,71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ , maka nilai  $F_{cr}$  yang dipakai adalah berikut:

$$F_{cr} = \left(0,658 \frac{f_y}{f_e}\right) \cdot f_y$$

$$\text{dengan nilai } f_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{k \cdot L}{r_x}\right)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 200000}{(11.42)^2} = 14652.2 \text{ Mpa}$$

maka nilai  $F_{cr}$  adalah :

$$F_{cr} = \left(0,658 \frac{240}{14652,2}\right) \cdot 240$$

$$f_{cr} = 238.4 \text{ Mpa}$$

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g$$

$$P_n = 238.4 \times 6553 = 1561974.7 \text{ N}$$

$$P_n = 156197.5 \text{ Kg}$$

jadi, untuk kuat tekan nominal batang, diambil nilai yang paling kecil, sehingga didapatkan:

### **LRFD**

$$\phi \cdot P_n = 0,9 \times 122090.8$$

$$\phi \cdot P_n = 109881.7 > 6336 \quad (\text{OK})$$

### **ASD**

$$P_n / \Omega C = 122090.8 / 1,67$$

$$P_n / \Omega C = 73108.3 > 4190 \quad (\text{OK})$$

### Perhitungan Momen Nominal

Diketahui data-data sebagai berikut:

$$f_r = 70 \text{ Mpa}$$

$$M_{\max} = 2829 \text{ Kg m} \quad \text{LRFD}$$

$$M_{\max} = 2019 \text{ Kg m} \quad \text{ASD}$$

Kontrol rasio tebal terhadap lebar untuk komponen struktur menurut SNI 03-1729-2015 Tabel B4.1b :

Untuk Badan :

$$\frac{b}{2 \cdot t_f} = \frac{0,5 \cdot 200}{2 \times 12} = 8.33$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 10.97$$

$$\lambda_r = 1 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_r = 1 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 28.9$$

Karena nilai  $\lambda < \lambda_p$ , maka penampang ini memiliki badan kompak.

Untuk Sayap :

$$\frac{h}{tw} = \frac{200}{8} = 25$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 108.54$$

$$\lambda_r = 5,7 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_r = 5,7 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 164.54$$

Menurut SNI 03-1729-2015 Pasal B4.1, jika semua nilai  $\lambda < \lambda_p$  penampang yang dipakai termasuk penampang kompak.

Untuk perhitungan momen nominal profil WF dihitung menurut SNI 03-1729-2015 Pasal F2 yaitu sebagai berikut :

### **Perhitungan Momen Nominal Akibat Pelelehan**

$$M_n = M_p = F_y \cdot Z_x$$

$$\text{dengan } Z_x = \frac{tw \cdot (h - 2 \cdot tf)^2}{4} + (h - tf) \cdot tf \cdot bf$$

$$Z_x = 513152 \text{ mm}^3$$

maka :

$$M_n = 240 \times 513152$$

$$M_n = 12315.6 \text{ Kg m}$$

### Perhitungan Momen Nominal Akibat Tekuk Torsi Lateral

Diketahui nilai  $L_b = 5200 \text{ mm}$

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$L_p = 1,76 \cdot 50,2 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 2550.5 \text{ mm}$$

$L_b < L_p$ , maka berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal F2.2.(a), untuk momen nominal akibat tekuk torsi lateral dapat diabaikan

Untuk momen nominal, diambil nilai  $M_n = 12315.65 \text{ kg.m}$

$$\phi M_n \geq M_u \quad (\text{LRFD})$$

$$0,9 \times 12315.65 > 2829 \text{ Kg m}$$

$$11084.08 > 2829 \text{ Kg m}$$

$$M_n / \Omega \geq M_u \quad (\text{ASD})$$

$$12315.65 / 1,67 < 2019 \text{ Kg m}$$

$$7374.6 > 2019 \text{ Kg m}$$

### Perhitungan Geser Nominal

$$V_{\max} = 6505 \text{ kg} \quad (\text{LRFD})$$

$$V_{\max} = 3364 \text{ Kg} \quad (\text{ASD})$$

Kebutuhan pengaku transversal, tidak diperlukan bila :

$$\frac{h}{t_w} \leq 2,46 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$25.00 < 71.01 \text{ (tidak memerlukan pengaku transversal)}$$

$$A_w = h \times t_w$$

$$A_w = 200 \times 8 = 1600 \text{ mm}^2$$

maka, untuk kuat gesernya adalah :

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v \quad \text{dengan } C_v = 1$$

$$V_n = 230400 \text{ Kg}$$

$$\phi \cdot V_n \geq V_u$$

$$0,9 \times 230400 > 6505 \text{ Kg}$$

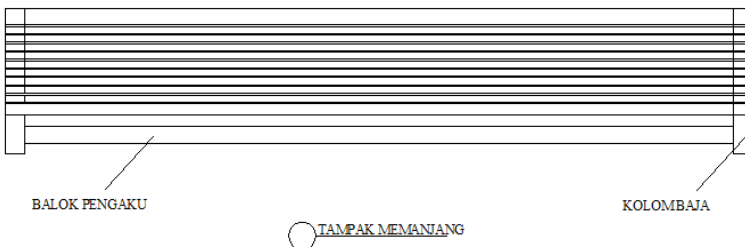
$$207360 > 6505 \text{ kg} \quad (\text{OK}) \quad \text{LRFD}$$

$$V_n / \Omega \geq V_u$$

$$230400 / 1,67 > 3364$$

$$137964.1 > 3364 \quad (\text{OK}) \quad \text{ASD}$$

## 7.12. Perencanaan Balok Pengaku Baja



Gambar 7. 33 Balok Pengaku

### Data Perencanaan

$$F_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$F_u = 370 \text{ Mpa}$$

$$F_r = 70 \text{ Mpa}$$

$$E = 200000 \text{ Mpa}$$

### Perhitungan Penampang Gaya Dalam

## LRFD

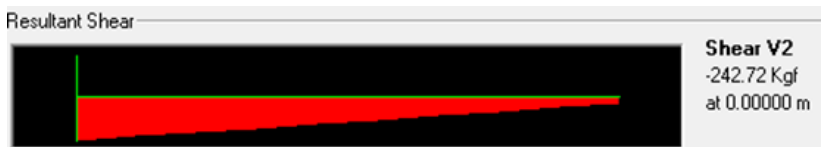
Untuk gaya yang terjadi menggunakan kombinasi terbesar yaitu  $1.2D + 1.6L + 0.5W$  yang mana hasil gayanya sebagai berikut:

$$Mu = 391 \text{ kg m}$$



Momen yang Terjadi pada Balok

$$Vu = 242 \text{ Kg}$$

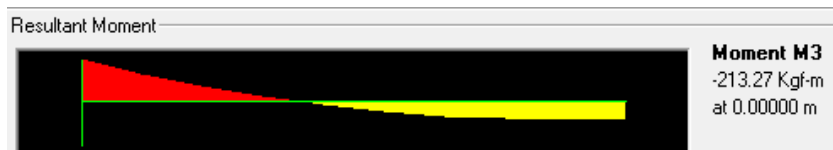


Geser yang Terjadi pada Balok

## ASD

Untuk ASD kombinasi bebannya tanpa dikalikan faktor skala yang mana kombinasi bebannya  $D + W + L$  sebagai berikut:

$$Mu = 214 \text{ kg m}$$



Momen yang Terjadi pada Balok

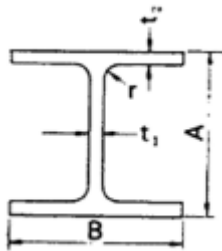
$$V_u = 153 \text{ Kg}$$

Resultant Shear

**Shear V2**-153.10 Kgf  
at 0.00000 m

Geser yang Terjadi pada Balok

Untuk profil yang digunakan adalah WF yang mana spesifikasinya adalah sebagai berikut :



Gambar 7. 34 Gambar Penampang Profil

b	= 200 mm	J <sub>x</sub>	= 6530 cm <sup>4</sup>
h	= 200 mm	J <sub>y</sub>	= 2200 cm <sup>4</sup>
t <sub>w</sub>	= 10 mm	i <sub>x</sub>	= 8,83 cm
t <sub>f</sub>	= 16 mm	i <sub>y</sub>	= 5,13 cm
r	= 13 mm	Z <sub>x</sub>	= 628 cm <sup>3</sup>
A	= 8369 mm <sup>2</sup>	Z <sub>y</sub>	= 218 cm <sup>3</sup>
W	= 65,7 Kg / m		



### Perhitungan Kuat Lentur

Kontrol Tekuk Lokal

Untuk Badan :

$$\frac{b}{2 \cdot t_f} = \frac{0,5 \cdot 200}{2 \times 16} = 6,31$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 10,97$$

$$\lambda_r = 1 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_r = 1 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 28,9$$

Karena nilai  $\lambda < \lambda_p$ , maka penampang ini memiliki badan kompak.

Untuk Sayap :

$$\frac{h}{t_w} = \frac{208}{10} = 20,8$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 108,54$$

Menurut SNI 03-1729-2015 Pasal B4.1, jika semua nilai  $\lambda < \lambda_p$  penampang yang dipakai termasuk penampang kompak.

Untuk perhitungan momen nominal profil WF dihitung menurut SNI 03-1729-2015 Pasal F2 yaitu sebagai berikut :

### Perhitungan Momen Nominal Akibat Pelelehan

$$M_n = M_p = F_y \cdot Z_x$$

$$\text{dengan } Z_x = \frac{t_w \cdot (h - 2 \cdot t_f)^2}{4} + (h - t_f) \cdot t_f \cdot b_f$$

$$Z_x = 697984 \text{ mm}^3$$

maka :

$$M_n = 240 \times 697984$$

$$M_n = 16752 \text{ Kg m}$$

### LRFD

$$M_n = 16751.6 \text{ Kg m} \quad \text{nilai } \phi = 0,9$$

$$\phi \cdot M_n = 15076.4 > 391 \quad \text{OK}$$

### ASD

$$M_n = 16751.6 \text{ Kg m} \quad \text{nilai } \Omega = 1,67$$

$$M_n / \Omega = 10030.91 > 214 \quad \text{OK}$$

Menghitung momen nominal akibat tekuk torsi lateral diketahui  $L_b = 5500 \text{ mm}$

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$L_p = 1,76 \cdot 51,3 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 2606.4 \text{ mm}$$

Menghitung nilai  $L_r$

$$L_r = 1,95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0,7 \cdot f_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h} + \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h}\right)^3 + 6,76 \cdot \left(\frac{0,7 \cdot f_y}{E}\right)^2}}$$

Konstanta warping :

$$C_w = \frac{I_y \cdot h^3}{4}$$

$$C_w = 237952000000 \text{ mm}^6$$

$$r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y \cdot C_w}}{S_x}$$

$$r_{ts}^2 = 3643.3 \text{ mm}^2$$

$$r_{ts} = 60.4 \text{ mm}$$

Menghitung Konstanta Torsi

$$J = \frac{2 \cdot b \cdot t^3 + (h - t_f) \cdot t^3}{3}$$

$$J = 1846784 \text{ mm}^4$$

Koefisien C = 1 (SNI 03-1729-2015 Pasal F2-8a)

maka  $L_r$  :

$$L_r = 1,95 \cdot 27 \cdot \frac{200000}{0,7 \cdot 240} \cdot$$

$$\sqrt{\frac{1846784 \cdot 1}{628000 \cdot 208} + \sqrt{\left(\frac{1846784 \cdot 1}{628000 \cdot 208}\right)^3 + 6,76 \cdot \left(\frac{0,7 \cdot 240}{200000}\right)^2}}$$

$$L_r = 18212.6 \text{ mm}$$

berdasarkan perhitungan diatas maka  $L_p < L_b < L_r$  (SNI 1729 2015 )

karena  $L_p < L_b < L_r$  maka :

$$M_n = C_b \left( M_p - \left( M_p - 0,7 f_y S_x \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \leq M_p$$

### Perhitungan Berdasarkan Beban LRFD

$$M_n = C_b \left( M_p - \left( M_p - 0,7f_y S_x \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \leq M_p$$

$$\text{dengan } C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5 M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}$$

Untuk perhitungan momen dari kuda kuda diambil dari analisis SAP 2000

$$\begin{aligned} M_A &= \text{momen pada } \frac{1}{4} L \\ &= 156 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_B &= \text{momen pada } \frac{1}{4} L \\ &= 105 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_C &= \text{momen pada } \frac{1}{4} L \\ &= 284 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$M_{max} = 391 \text{ kg m}$$

maka :

$$C_b = \frac{12,5 \cdot 391}{2,5 \cdot 391 + 3 \cdot 156 + 4 \cdot 105 + 3 \cdot 284}$$

$$C_b = 1.81$$

maka untuk  $M_n$  perhitungannya adalah

$$M_n = C_b \left( M_p - \left( M_p - 0,7f_y S_x \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \leq M_p$$

$$M_n = M_p = 29690.48 \text{ Kg m} > M_u = 391 \text{ Kg m} \quad (\text{OK})$$

### Perhitungan Geser Nominal

Jika diketahui geser maksimum:

$$V_{max} = 242 \text{ kg}$$

Kebutuhan pengaku transversal, tidak diperlukan bila :

$$\frac{h}{tw} \leq 2,46 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

20.8 < 71.01 (tidak memerlukan pengaku transversal)

$$A_w = h \times tw$$

$$A_w = 208 \times 10 = 2080 \text{ mm}^2$$

maka, untuk kuat gesernya adalah :

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v \quad \text{dengan } C_v = 1$$

$$V_n = 299520 \text{ Kg}$$

$$V_n \cdot \phi \geq V_u \quad \text{nilai } \phi = 0,9$$

$$299520 \cdot 0,9 > 242$$

$$269568 > 242 \quad (\text{OK})$$

### Perhitungan Berdasarkan Beban ASD

$$M_n = C_b \left( M_p - \left( M_p - 0,7f_y S_x \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \leq M_p$$

$$\text{dengan } C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}$$

Untuk perhitungan momen dari kuda kuda diambil dari analisis SAP 2000

$$M_a = \text{momen pada } \frac{1}{4} L$$

$$= 121 \text{ kg m}$$

$$M_b = \text{momen pada } \frac{1}{4} L$$

$$= 80 \text{ kg m}$$

$$M_c = \text{momen pada } \frac{1}{4} L$$

$$= 156 \text{ kg m}$$

$$M_{max} = 214 \text{ kg m}$$

maka :

$$C_b = \frac{12,5 \cdot 214}{2,5 \cdot 214 + 3 \cdot 121 + 4 \cdot 80 + 3 \cdot 156}$$

$$C_b = 1.59$$

maka untuk  $M_n$  perhitungannya adalah

$$M_n = C_b \left( M_p - \left( M_p - 0,7f_y S_x \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right) \leq M_p$$

$$M_n = M_p = 29690.48 \text{ Kg m} > M_u = 214 \text{ Kg m} \quad (\text{OK})$$

### Perhitungan Geser Nominal

Jika diketahui geser maksimum:

$$V_{\max} = 153 \text{ kg}$$

Kebutuhan pengaku transversal, tidak diperlukan bila :

$$\frac{h}{t_w} \leq 2,46 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$20.8 < 71.01 \text{ (tidak memerlukan pengaku transversal)}$$

$$A_w = h \times t_w$$

$$A_w = 208 \times 10 = 2080 \text{ mm}^2$$

maka , untuk kuat gesernya adalah :

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v \quad \text{dengan } C_v = 1$$

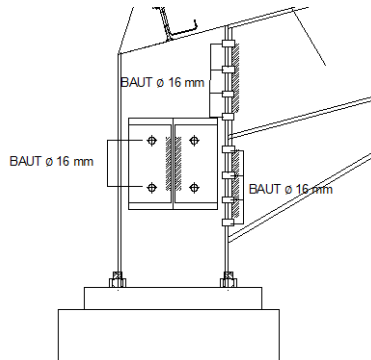
$$V_n = 299520 \text{ Kg}$$

$$V_n / \Omega \geq V_u \quad \text{Nilai } \Omega = 1,67$$

$$299520 / 1,67 > 3420$$

$$179353.3 > 153 \quad (\text{OK})$$

### 7.13. Perhitungan Sambungan Kuda Kuda dan Kolom



Gambar 7. 35 Sambungan Kuda Kuda dan Kolom

#### Perencanaan Sambungan Baut

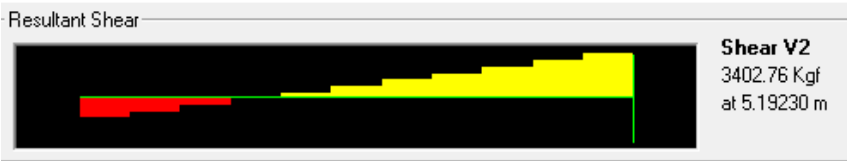
Tipe	= A325	Mut. plat sambng	= BJ 41
$f_{nt}$	= 620 Mpa	$F_y$	= 250 Mpa
$f_{nv}$	= 372 Mpa	$F_u$	= 410 Mpa
Dia. baut, $d_b$	= 16 mm	Tbl plat smbng, $t_p$	= 8 mm
Dia lubang, $d_O$	= 18 mm		
$L_c$	= 30 mm		
Jumlah baut	= 12 (direncanakan)		

#### Gaya pada Sambungan Kuda kuda dan Kolom

##### LRFD

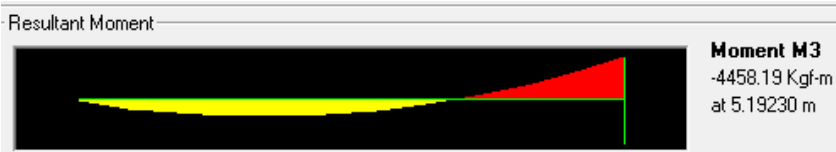
Untuk gaya yang terjadi menggunakan kombinasi terbesar yaitu  $1.2D + 1.6L + 0.5W$  yang mana hasil gayanya sebagai berikut:

$V_u = 3403 \text{ kg}$



Gaya Geser pada Kuda Kuda

$M_u = 4459 \text{ kg m}$

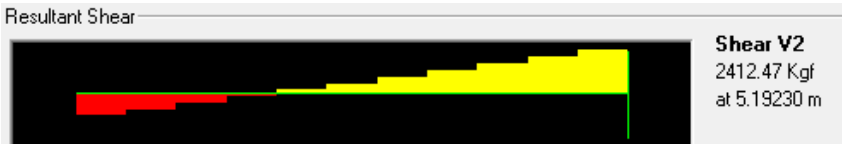


Gaya Momen pada Kuda Kuda

**ASD**

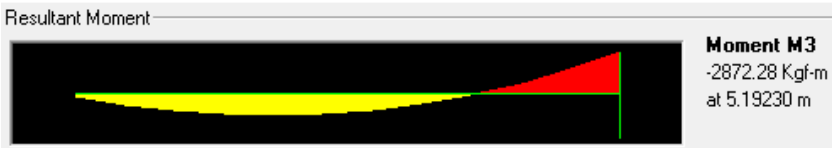
Untuk ASD kombinasi bebannya tanpa dikalikan faktor skala yang mana kombinasi bebannya D + W + L sebagai berikut:

$V_u = 2413 \text{ Kg}$



Gaya Geser pada Kuda Kuda

$M_u = 2873 \text{ kg m}$





## Gaya Momen pada Kuda Kuda

### Perencanaan Baut

Penentuan jarak spasi berdasarkan SNI 03-17292015 Pasal J3.3 dan J3.5 dimana jarak spasi baut tidak boleh kurang dari 2,67 db dan tidak boleh lebih dari 15 tp namun tidak boleh diambil melebihi 305mm,

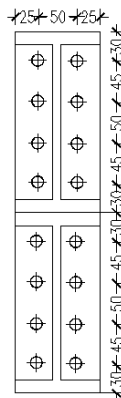
$$42.72 < S < 120$$

$$s = 45 \text{ mm}$$

berdasarkan SNI 03-1729-2015 Tabel J3.4M dan Pasal J3.5, dimana untuk baut ukuran 16 mm memiliki jarak tepi minimum yakni 22 mm dan untuk jarak maksimum diambil sebesar 12 tp namun tidak boleh diambil melebihi dari 150 mm

$$22 < S < 96$$

$$s = 25 \text{ mm}$$



Gambar 7. 36 Konfigurasi Baut pada Sambungan Kolom -  
Kuda Kuda

**Perhitungan Akibat Geser pada Baut**

meninjau geser baut berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal J3.6

$$R_n = F_{nv} \cdot A_b$$

$$R_n = 372 \times 0,25 \times 3,14 \times 16^2$$

$$R_n = 74757.1 \text{ N}$$

Meninjau tumpuan baut berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal J3.6

$$R_n = 1,2 \cdot l_c \cdot t \cdot f_u \leq 2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

$$R_n = 1,2 \times 30 \times 8 \times 410 = 373920$$

$$= 2,4 \times 16 \times 8 \times 410 = 125952$$

maka dipakai  $R_n = 125952 \text{ N}$

Sehingga untuk kekuatan 1 baut dipakai yang paling kecil, yaitu

$$R_n = 125952 \text{ N}$$

**LRFD**

$$\phi \cdot R_n \geq V_u$$

$$0,75 \times 125952 > 3403 \text{ Kg} \quad \text{dengan nilai } \phi = 0,75$$

$$9446.4 > 3403 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

**ASD**

$$R_n / \Omega \geq V_u$$

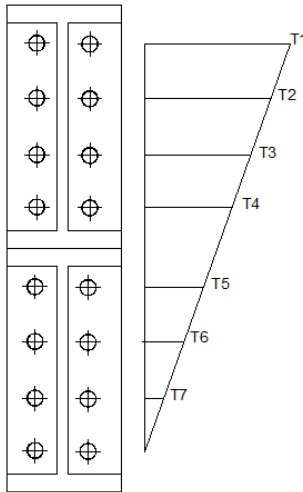
$$125952 / 1,67 < 2413 \text{ Kg} \quad \text{dengan nilai } \Omega = 1,67$$

$$6297.6 > 2413 \quad (\text{OK})$$

Perhitungan Akibat Gaya Momen (LRFD):

$$M_u = 4459 \text{ Kg m}$$

$$M_u = 44590000 \text{ N mm}$$



Gambar 7. 37 Gaya yang Terjadi pada Sambungan Momen

$$\Sigma dn^2 = 340^2 + 295^2 + 245^2 + 200^2 + 140^2 + 95^2 + 45^2$$

$$\Sigma dn^2 = 333300 \text{ mm}^2$$

Untuk T1 =

$$T1 = \frac{M \cdot d1}{\Sigma dn^2}$$

$$T1 = 78486 \text{ N}$$

$$T2 = \frac{M \cdot d2}{\Sigma dn^2}$$

$$T2 = 41466 \text{ N}$$

$$T3 = \frac{M \cdot d3}{\Sigma dn^2}$$

$$T3 = 32777 \text{ N}$$

$$T4 = \frac{M \cdot d4}{\Sigma dn^2}$$

$$T4 = 26757 \text{ N}$$

$$T5 = \frac{M \cdot d5}{\Sigma dn^2}$$

$$T5 = 18730 \text{ N}$$

$$T6 = \frac{M \cdot d6}{\Sigma dn^2}$$

$$T6 = 12709 \text{ N}$$

$$T7 = \frac{M \cdot d7}{\Sigma dn^2}$$

$$T7 = 6020 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas maka nilai T yang dipakai adalah yang terbesar yaitu  $T_u = 78486 \text{ N} = 7848,6 \text{ Kg}$  maka perhitungan selanjutnya adalah :

$$R_n = F_{nt} \cdot A_b$$

$$R_n = 175698.7 \text{ N} = 17569.9 \text{ Kg}$$

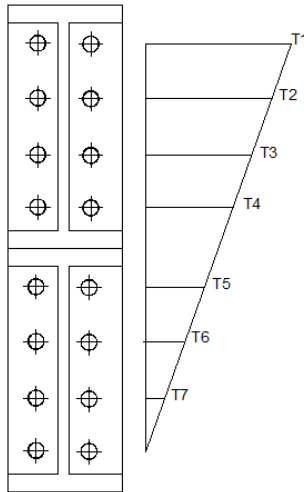
$$\phi \cdot R_n > T_u \quad \text{nilai } \phi = 0,9$$

$$7167 \text{ Kg} > 6459 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

Perhitungan Akibat Gaya Momen (ASD):

$$M_u = 2873 \text{ Kg m}$$

$$M_u = 28730000 \text{ N mm}$$



Gambar 7. 38 Gaya yang Terjadi pada Sambungan Momen

Menghitung gaya tarik akibat momen ( $T_u$ ):

$$\Sigma dn^2 = d1^2 + d2^2 + d3^2 + d4^2 + d5^2 + d6^2 + d7^2$$

$$\Sigma dn^2 = 340^2 + 295^2 + 245^2 + 200^2 + 140^2 + 95^2 + 45^2$$

$$\Sigma dn^2 = 333300 \text{ mm}^2$$

Untuk T1 =

$$T1 = \frac{M \cdot d1}{\Sigma dn^2}$$

$$T1 = 29308 \text{ N}$$

$$T2 = \frac{M \cdot d2}{\Sigma dn^2}$$

$$T2 = 25429 \text{ N}$$

$$T3 = \frac{M \cdot d3}{\Sigma dn^2}$$

$$T3 = 21119 \text{ N}$$

$$T4 = \frac{M \cdot d4}{\sum dn^2}$$

$$T4 = 17240 \text{ N}$$

$$T5 = \frac{M \cdot d5}{\sum dn^2}$$

$$T5 = 13730 \text{ N}$$

$$T6 = \frac{M \cdot d6}{\sum dn^2}$$

$$T6 = 8192 \text{ N}$$

$$T7 = \frac{M \cdot d7}{\sum dn^2}$$

$$T7 = 3780 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas maka nilai T yang dipakai adalah yang terbesar yaitu  $T_u = 29308 \text{ N} = 2930,8 \text{ Kg}$  maka perhitungan selanjutnya adalah :

$$R_n = F_{nt} \cdot A_b$$

$$R_n = 175698.7 \text{ N} = 17569.9 \text{ Kg}$$

$$\Omega \cdot R_n > T_u \quad \text{nilai } \Omega = 1,67$$

$$1987,2 \text{ Kg} > 1486.29 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

#### Perhitungan Sambungan Las

$$\text{Mutu logam pengisi} = \text{FE60xx}$$

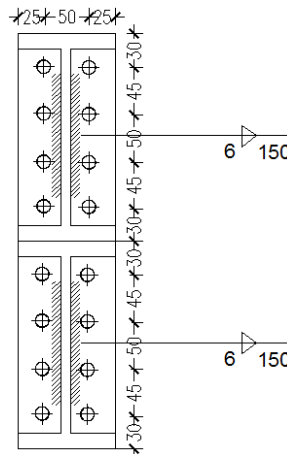
$$\text{FEXX} = 482.63 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{tebal min las sudut} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{tebal mak las sudut} = 6 \text{ mm}$$

$$\text{diambil tebal las pakai} = 6 \text{ mm}$$

profil yang digunakan adalah WF 200 200 5,5 8



Gambar 7. 39 Sambungan Las pada Kolom – Kuda kuda

Menghitung luas  $L_w$  :

$$L_w = 2 \cdot (h - 2 \cdot t_f) + 2 \cdot (h - 2 \cdot t_f)$$

$$L_w = 704 \text{ mm}$$

Menghitung luas efektif ( $A_{we}$ ):

$$A_{we} = L_w \times \text{tebal las}$$

$$A_{we} = 3120 \text{ mm}^2$$

Tinjau ketahanan las

Ketahanan terhadap las:

$$\phi \cdot R_n = 0,75 \cdot 0,6 \cdot F_{exx} \cdot A_{we}$$

$$\phi \cdot R_n = 677612,5 \text{ N}$$

Ketahanan terhadap bahan dasar:

$$\phi \cdot R_n = 0,75 \cdot 0,6 \cdot F_u \cdot A_{we}$$

$$\phi \cdot R_n = 575640 \text{ N}$$

Sehingga dipakai nilai  $\phi \cdot R_n$  terkecil yakni:

$$\phi \cdot R_n = 57564 \text{ Kg}$$

Kontrol Geser

### LRFD

$$\phi \cdot R_n > V_u \quad \text{nilai } \phi = 0,9$$

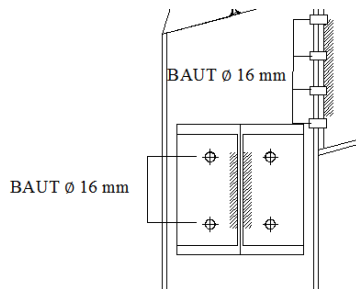
$$51807.6 > 3403 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

### ASD

$$R_u / \Omega > V_u \quad \text{Nilai } \Omega = 1,67$$

$$34469.5 > 2413 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

## 7.14. Perhitungan Sambungan Balok Kolom



Gambar 7. 40 Sambungan Balok Kolom

### Perencanaan Sambungan Baut

Tipe = A325                      Mut. plat sambng = BJ 41

$f_{nt} = 620 \text{ Mpa}$                        $F_y = 250 \text{ Mpa}$

$f_{nv} = 372 \text{ Mpa}$                        $F_u = 410 \text{ Mpa}$

Dia. baut,  $d_b = 16 \text{ mm}$                       Tbl plat smbng,  $t_p = 8 \text{ mm}$

Dia lubang,  $d_O = 18 \text{ mm}$                        $L_c = 30 \text{ mm}$

Jumlah baut = 4 (direncanakan)

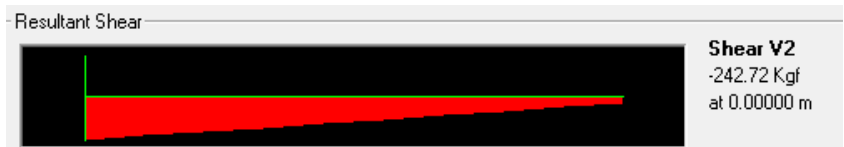


## Gaya pada Sambungan Balok dan Kolom

### LRFD

Untuk gaya yang terjadi menggunakan kombinasi terbesar yaitu  $1.2D + 1.6L + 0.5W$  yang mana hasil gayanya sebagai berikut:

$$V_u = 243 \text{ kg}$$



Gaya Geser yang Terjadi pada Balok

$$M_u = 390 \text{ kg m}$$

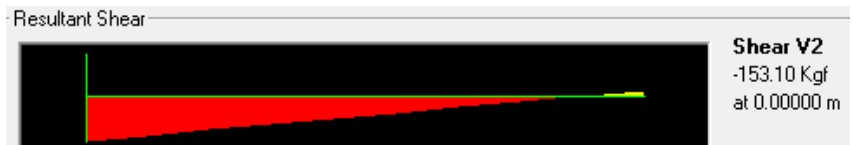


Gaya Momen yang Terjadi pada Balok

### ASD

Untuk ASD kombinasi bebannya tanpa dikalikan faktor skala yang mana kombinasi bebannya  $D + W + L$  sebagai berikut:

$$V_u = 154 \text{ Kg}$$



Gaya Geser yang Terjadi pada Balok

$$Mu = 214 \text{ kg m}$$



Gaya Momen yang Terjadi pada Balok

### Perencanaan Baut

Penentuan jarak spasi berdasarkan SNI 03-17292015 Pasal J3.3 dan J3.5 dimana jarak spasi baut tidak boleh kurang dari 2,67 db dan tidak boleh lebih dari 15 tp namun tidak boleh diambil melebihi 305mm,

$$42.72 < S < 240$$

$$s = 120 \text{ mm}$$

berdasarkan SNI 03-1729-2015 Tabel J3.4M dan Pasal J3.5, dimana untuk baut ukuran 16 mm memiliki jarak tepi minimum yakni 22 mm dan untuk jarak maksimum diambil sebesar 12 tp namun tidak boleh diambil melebihi dari 150 mm

$$22 < S < 192$$

$$s = 40 \text{ mm}$$

### Perhitungan Akibat Geser pada Baut

meninjau geser baut berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal J3.6

$$R_n = F_{nv} \cdot A_b$$

$$R_n = 74757.1 \text{ N}$$

Meninjau tumpuan baut berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal J3.6

$$R_n = 1,2 \cdot l_c \cdot t \cdot f_u \leq 2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

$$R_n = 1,2 \times 122 \times 8 \times 410 = 480192 \text{ N}$$

$$= 2,4 \times 16 \times 8 \times 410 = 125952$$

maka dipakai  $R_n = 125952 \text{ N}$

Sehingga untuk kekuatan 1 baut dipakai yang paling kecil, yaitu

$$R_n = 125952 \text{ N}$$

### LRFD

$$\phi \cdot R_n \geq V_u$$

$$0,75 \times 125952 > 243 \text{ Kg} \quad \text{dengan nilai } \phi = 0,75$$

$$9446.4 > 243 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

### ASD

$$R_n / \Omega \geq V_u$$

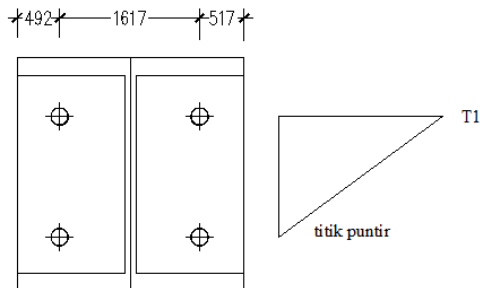
$$125952 / 1,67 < 154 \text{ Kg} \quad \text{dengan nilai } \Omega = 1,67$$

$$6297.6 > 154 \quad (\text{OK})$$

Perhitungan Akibat Gaya Momen (LRFD):

$$M_u = 390 \text{ Kg m}$$

$$M_u = 3900000 \text{ N mm}$$



Gambar 7. 41 Gaya yang Terjadi pada Sambungan Baut

Menghitung gaya tarik akibat momen ( $T_u$ ):

$$\sum d_n^2 = d_1^2$$

$$\sum d_n^2 = 280^2$$

$$\sum d_n^2 = 14884 \text{ mm}^2$$

Untuk  $T_1 =$

$$T_1 = \frac{M \cdot d_1}{\sum d_n^2}$$

$$T_1 = 31967.2 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas maka nilai  $T$  yang dipakai adalah yang terbesar yaitu  $T_u = 31967.2 \text{ N} = 31967.2 \text{ Kg}$  maka perhitungan selanjutnya adalah :

$$R_n = F_{nt} \cdot A_b$$

$$R_n = 175698.7 \text{ N} = 17569.9 \text{ Kg}$$

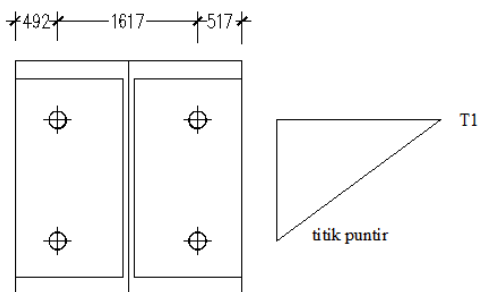
$$\phi \cdot R_n > T_u \quad \text{nilai } \phi = 0,9$$

$$13177 > 3196.72 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

Perhitungan Akibat Gaya Momen (ASD):

$$M_u = 214 \text{ Kg m}$$

$$M_u = 2140000 \text{ N mm}$$



Gambar 7. 42 Gaya yang Terjadi pada Sambungan Baut

Menghitung gaya tarik akibat momen (Tu):

$$\Sigma dn^2 = d1^2$$

$$\Sigma dn^2 = 122^2$$

$$\Sigma dn^2 = 193300 \text{ mm}^2$$

Untuk T1 =

$$T1 = \frac{M \cdot d1}{\Sigma dn^2}$$

$$T1 = 17540.9 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas maka nilai T yang dipakai adalah yang terbesar yaitu  $Tu = 17540.9 \text{ N} = 1754.1 \text{ Kg}$  maka perhitungan selanjutnya adalah :

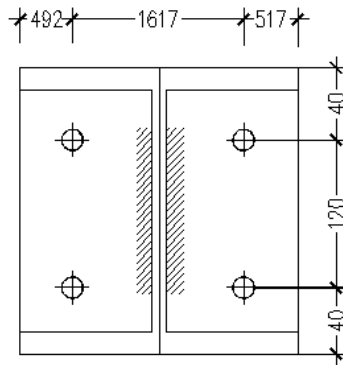
$$Rn = Fnt \cdot Ab$$

$$Rn = 175698.7 \text{ N} = 17569.9 \text{ Kg}$$

$$Rn / \Omega > Tu \quad \text{nilai } \Omega = 1,67$$

$$10520.88 > 1754.1 \text{ Kg (OK)}$$

Perhitungan Sambungan Las



Gambar 7. 43 Sambungan Las pada Balok - Kolom

Mutu logam pengisi = FE60xx  
 $F_{EXX} = 482.63 \text{ N/mm}^2$   
 tebal min las sudut = 5 mm  
 tebal mak las sudut = 6 mm  
 diambil tebal las pakai = 6 mm  
 profil yang digunakan adalah WF 208 202 10 16

Menghitung luas  $L_w$  :

$$L_w = 2 \cdot (h - 2 \cdot t_f) + 2 \cdot (h - 2 \cdot t_f)$$

$$L_w = 704 \text{ mm}$$

Menghitung luas efektif ( $A_{we}$ ):

$$A_{we} = L_w \times \text{tebal las}$$

$$A_{we} = 3120 \text{ mm}^2$$

Tinjau ketahanan las

Ketahanan terhadap las:

$$\phi \cdot R_n = 0,75 \cdot 0,6 \cdot F_{exx} \cdot A_{we}$$

$$\phi \cdot R_n = 917383 \text{ N}$$

Ketahanan terhadap bahan dasar:

$$\phi \cdot R_n = 0,75 \cdot 0,6 \cdot F_u \cdot A_w$$

$$\phi \cdot R_n = 779328 \text{ N}$$

Sehingga dipakai nilai  $\phi \cdot R_n$  terkecil yakni:

$$\phi \cdot R_n = 77932.8 \text{ Kg}$$

Kontrol Geser

### LRFD

$$\phi \cdot R_n > V_u \quad \text{nilai } \phi = 0,75$$

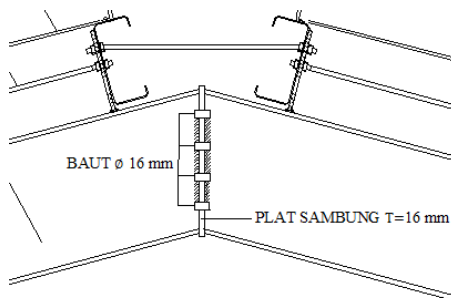
$$77932.8 > 243 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

### ASD

$$R_u / \Omega > V_u \quad \text{Nilai } \Omega = 1,67$$

$$62221.7 > 154 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

## 7.15. Perhitungan Sambungan Antar Kuda Kuda



Gambar 7. 44 Sambungan Antar Kuda Kuda

Perencanaan Sambungan Baut

Tipe = A325

Mut. plat sambng = BJ 41

$f_{nt} = 620 \text{ Mpa}$                        $F_y = 250 \text{ Mpa}$   
 $f_{nv} = 372 \text{ Mpa}$                        $F_u = 410 \text{ Mpa}$   
 Dia. baut,  $d_b = 16 \text{ mm}$               Tbl plat sambng,  $t_p = 8 \text{ mm}$   
 Dia lubang,  $d_O = 18 \text{ mm}$              $L_c = 30 \text{ mm}$   
 Jumlah baut = 12 (direncanakan)

### Gaya pada Sambungan Antar Kuda kuda

#### LRFD

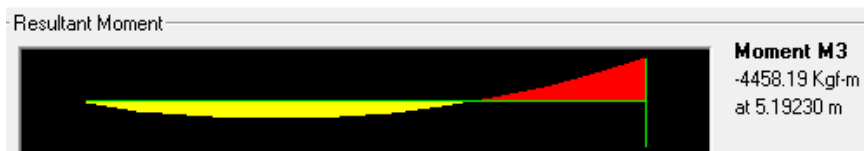
Untuk gaya yang terjadi menggunakan kombinasi terbesar yaitu  $1.2D + 1.6L + 0.5W$  yang mana hasil gayanya sebagai berikut:

$V_u = 3403 \text{ kg}$



Gaya Geser yang Terjadi pada Balok

$M_u = 4459 \text{ kg m}$



Gaya Momen yang Terjadi pada Balok

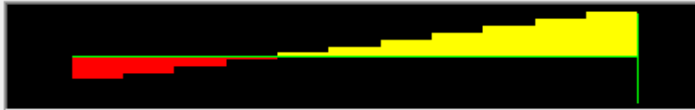
#### ASD

Untuk ASD kombinasi bebannya tanpa dikalikan faktor skala yang mana kombinasi bebannya  $D + W + L$  sebagai berikut:



$$V_u = 2413 \text{ Kg}$$

Resultant Shear



**Shear V2**  
2412.47 Kgf  
at 5.19230 m

Gaya Geser yang Terjadi pada Balok

$$M_u = 2873 \text{ kg m}$$

Resultant Moment



**Moment M3**  
-2872.28 Kgf-m  
at 5.19230 m

Gaya Momen yang Terjadi pada Balok

### Perencanaan Baut

Penentuan jarak spasi berdasarkan SNI 03-17292015 Pasal J3.3 dan J3.5 dimana jarak spasi baut tidak boleh kurang dari 2,67 db dan tidak boleh lebih dari 15 tp namun tidak boleh diambil melebihi 305mm,

$$42.72 < S < 120$$

$$s = 45 \text{ mm}$$

berdasarkan SNI 03-1729-2015 Tabel J3.4M dan Pasal J3.5, dimana untuk baut ukuran 16 mm memiliki jarak tepi minimum yakni 22 mm dan untuk jarak maksimum diambil sebesar 12 tp namun tidak boleh diambil melebihi dari 150 mm

$$22 < S < 96$$

$$s = 30 \text{ mm}$$

**Perhitungan Akibat Geser pada Baut**

meninjau geser baut berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal J3.6

$$R_n = F_{nv} \cdot A_b$$

$$R_n = 74757.1 \text{ N}$$

Meninjau tumpuan baut berdasarkan SNI 03-1729-2015 Pasal J3.6

$$R_n = 1,2 \cdot l_c \cdot t \cdot f_u \leq 2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

$$R_n = 1,2 \times 122 \times 8 \times 410 = 373920 \text{ N}$$

$$= 2,4 \times 16 \times 8 \times 410 = 125952$$

maka dipakai  $R_n = 125952 \text{ N}$

Sehingga untuk kekuatan 1 baut dipakai yang paling kecil, yaitu

$$R_n = 125952 \text{ N}$$

**LRFD**

$$\phi \cdot R_n \geq V_u$$

$$0,75 \times 125952 > 3403 \text{ Kg} \quad \text{dengan nilai } \phi = 0,75$$

$$9446.4 > 3403 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

**ASD**

$$R_n / \Omega \geq V_u$$

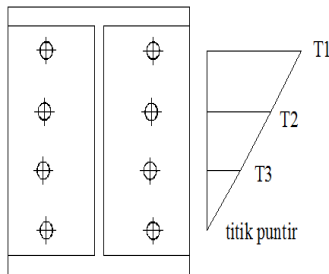
$$125952 / 1,67 < 2413 \text{ Kg} \quad \text{dengan nilai } \Omega = 1,67$$

$$6297.6 > 2413 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

Perhitungan Akibat Gaya Momen (LRFD):

$$M_u = 4459 \text{ Kg m}$$

$$M_u = 44590000 \text{ N mm}$$



Gambar 7. 45 Sambungan Baut pada Pertemuan Kuda kuda

Menghitung gaya tarik akibat momen ( $T_u$ ):

$$\sum d_n^2 = d_1^2 + d_2^2 + d_3^2$$

$$\sum d_n^2 = 135^2 + 90^2 + 45^2$$

$$\sum d_n^2 = 193300 \text{ mm}^2$$

Untuk  $T_1 =$

$$T_1 = \frac{M \cdot d_1}{\sum d_n^2}$$

$$T_1 = 64589.8 \text{ N}$$

$$T_2 = \frac{M \cdot d_2}{\sum d_n^2}$$

$$T_2 = 53056 \text{ N}$$

$$T_3 = \frac{M \cdot d_3}{\sum d_n^2}$$

$$T_3 = 41522 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas maka nilai  $T$  yang dipakai adalah yang terbesar yaitu  $T_u = 64590 \text{ N} = 6459 \text{ Kg}$  maka perhitungan selanjutnya adalah :

$$R_n = F_{nt} \cdot A_b$$

$$R_n = 124595.2 \text{ N} = 12459.5 \text{ Kg}$$

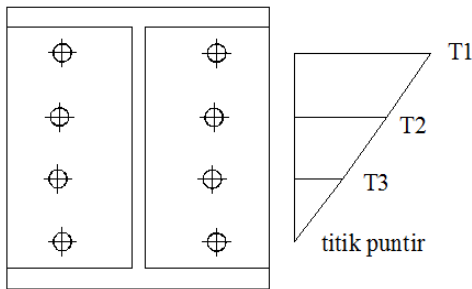
$$\phi \cdot R_n > T_u \quad \text{nilai } \phi = 0,75$$

$$9344.64 > 6459 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

Perhitungan Akibat Gaya Momen (ASD):

$$M_u = 2873 \text{ Kg m}$$

$$M_u = 28730000 \text{ N mm}$$



Gambar 7. 46 Gaya pada Sambungan Baut

Menghitung gaya tarik akibat momen ( $T_u$ ):

$$\Sigma d_n^2 = d_1^2 + d_2^2 + d_3^2$$

$$\Sigma d_n^2 = 135^2 + 90^2 + 45^2$$

$$\Sigma d_n^2 = 14884 \text{ mm}^2$$

Untuk  $T_1 =$

$$T_1 = \frac{M \cdot d_1}{\Sigma d_n^2}$$

$$T_1 = 41616 \text{ N}$$

$$T_2 = \frac{M \cdot d_2}{\Sigma d_n^2}$$

$$T_2 = 34185 \text{ N}$$

$$T_3 = \frac{M \cdot d_3}{\Sigma d_n^2}$$

$$T_3 = 26753 \text{ N}$$

$$T_4 = \frac{M \cdot d_4}{\Sigma d_n^2}$$

$$T_4 = 20808 \text{ N}$$

$$T_5 = \frac{M \cdot d_5}{\Sigma d_n^2}$$

$$T_5 = 14863 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas maka nilai  $T$  yang dipakai adalah yang terbesar yaitu  $T_u = 14863 \text{ N} = 1486 \text{ Kg}$  maka perhitungan selanjutnya adalah :

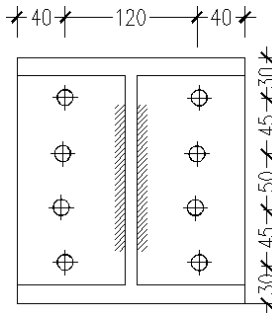
$$R_n = F_{nt} \cdot A_b$$

$$R_n = 124595.2 \text{ N} = 12459.5 \text{ Kg}$$

$$R_n / \Omega > T_u \quad \text{nilai } \Omega = 1,67$$

$$7460.8 > 2675 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

#### Perhitungan Sambungan Las



Gambar 7. 47 perencanaan Sambungan Las

Mutu logam pengisi = FE60xx

FEXX = 482.63 N/mm<sup>2</sup>

tebal min las sudut = 5 mm

tebal mak las sudut = 6 mm

diambil tebal las pakai = 6 mm

profil yang digunakan adalah WF 208 202 10 12

Menghitung luas  $L_w$  :

$$L_w = 2 \cdot (h - 2 \cdot t_f) + 2 \cdot (h - 2 \cdot t_f)$$

$$L_w = 704 \text{ mm}$$

Menghitung luas efektif ( $A_{we}$ ):

$$A_{we} = L_w \times \text{tebal las}$$

$$A_{we} = 4224 \text{ mm}^2$$

Tinjau ketahanan las

Ketahanan terhadap las:

$$\phi \cdot R_n = 0,75 \cdot 0,6 \cdot F_{exx} \cdot A_{we}$$

$$\phi \cdot R_n = 917383 \text{ N}$$

Ketahanan terhadap bahan dasar:

$$\phi \cdot R_n = 0,75 \cdot 0,6 \cdot F_u \cdot A_{we}$$

$$\phi \cdot R_n = 779328 \text{ N}$$

Sehingga dipakai nilai  $\phi \cdot R_n$  terkecil yakni:

$$\phi \cdot R_n = 77932.8 \text{ Kg}$$

Kontrol Geser

### **LRFD**

$$\phi \cdot R_n > V_u \quad \text{nilai } \phi = 0,75$$

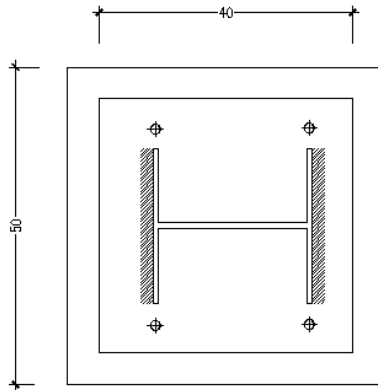
$$77932.8 > 3403 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

### **ASD**

$$R_u / \Omega > V_u \quad \text{Nilai } \Omega = 1,67$$

$$62221.7 > 2413 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

### 7.16. Perhitungan Plat Landas



Gambar 7. 48 Plat Landas

Untuk perhitungan plat landas, data perencanaannya sebagai berikut:

dimensi kolom :  $b = 500 \text{ mm}$

$h = 500 \text{ mm}$

$A_1 = 250000 \text{ mm}^2$

dimensi plat  $b = 400 \text{ mm}$

$h = 400 \text{ mm}$

$A_2 = 160000 \text{ mm}^2$

Tipe baut angkut = A-325

Diameter baut = 19 mm

$f_{nt} = 620 \text{ Mpa}$

$f_{nv} = 372 \text{ Mpa}$

$F_c' = 35 \text{ Mpa}$

$F_y = 240 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 370 \text{ Mpa}$   
WF 300 300 10 15

**LRFD**

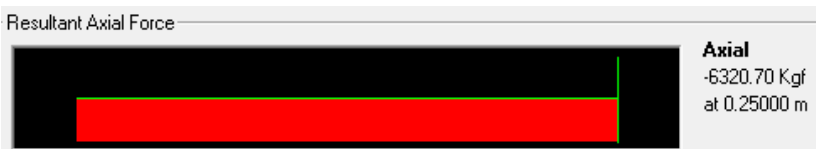
Untuk gaya yang terjadi menggunakan kombinasi terbesar yaitu  $1.2D + 1.6L + 0.5W$  yang mana hasil gayanya sebagai berikut:

$V_u = 6506 \text{ Kg}$



Gaya Geser pada Kolom

$P_u = 6321 \text{ kg}$



Gaya Momen pada Kolom

$M_u = 2829 \text{ kg m}$



Gaya aksial pada Kolom

**ASD**

Untuk ASD kombinasi bebannya tanpa dikalikan faktor skala yang mana kombinasi bebannya  $D + W + L$  sebagai berikut:



$$V_u = 3364 \text{ Kg}$$

Resultant Shear



**Shear V3**  
-3363.43 Kgf  
at 0.24886 m

Gaya Geser pada Kolom

$$M_u = 2015 \text{ kg m}$$

Resultant Moment



**Moment M2**  
-2014.95 Kgf-m  
at 0.24886 m

Gaya Momen pada Kolom

$$P_u = 4178 \text{ kg}$$

Resultant Axial Force



**Axial**  
-4177.18 Kgf  
at 0.25000 m

Gaya aksial pada Kolom

### Merencanakan Tebal Plat Landas

Menghitung Tebal plat Landas minimum:

#### LRFD

$$A_s = \frac{P_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f_c}$$

$$A_s = \frac{6321}{0.65 \cdot 0.85 \cdot 35}$$

$$A_s = 3268.8 \text{ mm}^2 < 16000 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

**ASD**

$$A_s = \frac{\Omega \cdot Pu}{0,85 \cdot f_c}$$

$$A_s = \frac{2,31 \cdot 4178}{0,85 \cdot 35}$$

$$A_s = 3244.1 \text{ mm}^2 < 16000 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

Menghitung Kekuatan Bantalan yang Tersedia

**LRFD**

$$\phi_c = 0,65$$

$$\phi_c \cdot P_p = \phi_c \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq \phi_c \cdot 1,7 \cdot f_c' \cdot A_1$$

$$: \phi_c \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 4350.9 \text{ Kg}$$

$$: \phi_c \cdot 1,7 \cdot f_c' \cdot A_1 = 7831.7 \text{ Kg}$$

maka diambil salah satu diatas yaitu 7831 ,7 Kg

$$7831 ,7 \text{ Kg} < 6321 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

**ASD**

$$\Omega = 2,31$$

$$\frac{P_p}{\Omega} = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot A_1}{\Omega} \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq \frac{1,7 \cdot f_c' \cdot A_1}{\Omega}$$

$$: \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot A_1}{\Omega} \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2897.7 \text{ Kg}$$

$$: \frac{1,7 \cdot f_c' \cdot A_1}{\Omega} = 5215.9 \text{ Kg}$$

maka diambil salah satu diatas yaitu 5215.9 Kg

$$5215.9 > 4178 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

Menentukan Dimensi Minimum Plat Landas

Menurut AISC bagian 14 urutannya adalah

$$m = \frac{b - 0,95 \cdot h_{wf}}{2} \qquad n = \frac{h - 0,8 \cdot b_{wf}}{2}$$

$$m = \frac{500 - 0,95 \cdot 300}{2} = 107,5 \qquad n = \frac{500 - 0,8 \cdot 300}{2} = 130,0$$

$$n = \frac{\sqrt{b_{wf} \cdot h_{wf}}}{4} =$$

$$n = \frac{\sqrt{300 \cdot 300}}{4} = 75,0$$

### LRFD

$$X = \left( \frac{4 \cdot h_{wf} \cdot b_{wf}}{(h_{wf} + b_{wf})^2} \right) \frac{P_u}{\phi P_p}$$

$$X = \left( \frac{4 \cdot 300 \cdot 300}{(300 + 300)^2} \right) \frac{6321}{7831,7} = 0,807$$

### ASD

$$X = \left( \frac{4 \cdot h_{wf} \cdot b_{wf}}{(h_{wf} + b_{wf})^2} \right) \frac{\Omega P_u}{P_p}$$

$$X = \left( \frac{4 \cdot 300 \cdot 300}{(300 + 300)^2} \right) \frac{4178}{5215,9} = 0,801$$

Dari 2 perhitungan diatas diambil paling besar yaitu 0,807 maka dilanjutkan perhitungan yang dibawah:

$$\lambda = \frac{2 \cdot \sqrt{X}}{1 - \sqrt{1 - X}} = 1,248 > 1$$

akan tetap batas maksimal adalah 1 maka diambil nilai 1 untuk dikalikan pada perhitungan  $m, n, n'$  diatas diambillah nilai :

$$l = \max ( m , n , n' ) = 130.0$$

### **LRFD**

$$F_{pu} = \frac{P_u}{b \cdot h}$$

$$F_{pu} = \frac{6321}{500 \cdot 500} = 16.3 \text{ Mpa}$$

maka berdasarkan AISC persamaan 14.7a adalah :

$$t = l \sqrt{\frac{2 \cdot F_{pu}}{0.9 f_y}}$$

$$t = 130.0 \sqrt{\frac{2 \cdot 16.3}{0.9 \cdot 240}} = 50.5 \text{ mm}$$

### **ASD**

$$F_{pu} = \frac{P_u}{b \cdot h}$$

$$F_{pu} = \frac{4178}{500 \cdot 500} = 10.8 \text{ Mpa}$$

maka berdasarkan AISC persamaan 14.7a adalah :

$$t = l \sqrt{\frac{3.3 \cdot F_{pu}}{f_y}}$$

$$t = 130.0 \sqrt{\frac{3.3 \cdot 10.8}{0.9 \cdot 240}} = 50.1 \text{ mm}$$

jadi berdasarkan dari hitungan diatas dipakai tebal plat landas

**51 mm**

### **Perhitungan jumlah angkur pada plat landas:**

dengan data data sebagai berikut :

Diameter angkur = 19 mm

$$f_{nt} = 620 \text{ Mpa}$$

$$f_{nv} = 372 \text{ Mpa}$$

$$\Sigma V = 0$$

$$T - P - 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a = 0$$

$$\Sigma M = 0$$

Pemeriksaan terhadap geser baut

$$R_n = F_{nv} \cdot A_b$$

$$R_n = 10541,92 \text{ Kg}$$

$$\phi \cdot R_n > V_u \quad \text{nilai } \phi = 0,75 \text{ (LRFD)}$$

$$7906,4 > 6506$$

$$R_n / \Omega > V_u \quad \text{nilai } \Omega = 1,67 \text{ (ASD)}$$

$$6312,5 > 3364$$

### **Panjang Penyaluran Angkur**

$$L_h = \frac{T_u}{n \cdot 0,75 \cdot f_c' \cdot d_b} =$$

$$L_h = 142,2 \text{ mm}$$

maka dipakai panjang penyaluran 200 mm

### **Perencanaan sambungan las sudut:**

$$\text{Mutu logam pengisi} = \text{FE60xx}$$

$$\text{FEXX} = 482,63 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{tebal min las sudut} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{tebal mak las sudut} = 6 \text{ mm}$$

$$\text{diambil tebal las pakai} = 6 \text{ mm}$$

profil yang digunakan adalah WF 250 250 9 14

Menghitung luas  $L_w$  :

$$L_w = 2 \cdot (h - 2 \cdot t_f) + 2 \cdot (h - 2 \cdot t_f)$$

$$L_w = 600 \text{ mm}$$

Menghitung luas efektif ( $A_{we}$ ):

$$A_{we} = L_w \times \text{tebal las}$$

$$A_{we} = 1800 \text{ mm}^2$$

Tinjau ketahanan las

Ketahanan terhadap las:

$$\phi \cdot R_n = 0,75 \cdot 0,6 \cdot F_{exx} \cdot A_{we}$$

$$\phi \cdot R_n = 390930,3 \text{ N}$$

Ketahanan terhadap bahan dasar:

$$\phi \cdot R_n = 0,75 \cdot 0,6 \cdot F_u \cdot A_{we}$$

$$\phi \cdot R_n = 299700 \text{ N}$$

Sehingga dipakai nilai  $\phi \cdot R_n$  terkecil yakni:

$$\phi \cdot R_n = 29970 \text{ Kg}$$

Kontrol Geser

### **LRFD**

$$\phi \cdot R_n > V_u \quad \text{nilai } \phi = 0,75$$

$$29970 > 3403 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

### **ASD**

$$R_u / \Omega > V_u \quad \text{Nilai } \Omega = 1,67$$

$$26973 > 2413 \text{ Kg} \quad (\text{OK})$$

## **BAB VIII**

### **DESAIN STRUKTUR PRIMER**

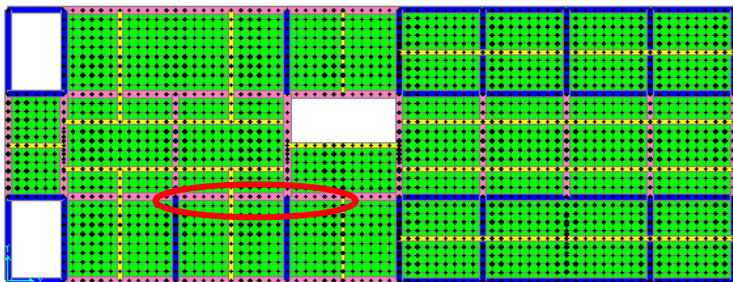
#### **8.1. Umum**

Untuk perhitungan struktur primer, akan ditinjau 2 portal pada bangunan horisontal dan vertikal. Portal tersebut ditinjau menjadi 1 portal arah memanjang dan 1 portal arah melintang. Dari masing-masing portal tersebut akan dihitung untuk kebutuhan tulangan balok, kolom serta hubungan balok - kolom dari masing masing portal tersebut. Untuk portal yang ditinjau adalah sebagai berikut:

#### **8.2. Desain Balok Induk**

Pada perhitungan balok kali ini akan diambil balok pada lantai dasar dan diambil salah satu contoh dari banyaknya jenis balok. Untuk penulangan balok sampai lantai paling atas yaitu lantai 14 adalah tipikal dengan dasar. Untuk output gaya yang digunakan adalah dari hasil analisa SAP 2000 v14.

#### **Perhitungan Balok Ukuran 40/65 (Balok Internal )**



Gambar 8. 1 Balok yang akan ditinjau

**Data Perencanaan :**

- Mutu beton  $f_c'$  = 35 Mpa
- Dimensi Balok = 400 x 650 mm
- Bentang Balok = 5500 mm
- Bentang bersih ( $L_n$ ) =  $5500 - 2 \times \frac{900}{2}$   
= 4600 mm
- Cover (t) = 40 mm
- D tulangan lentur = 22 mm
- D tulangan geser = 12 mm
- $F_y$  lentur = 390 Mpa
- $F_y$  geser = 390 Mpa
- B1 =  $0,85 - \left( \frac{30-28}{7} \right) \cdot 0,05 = 0,84$

**Gaya yang Terjadi Pada Balok**

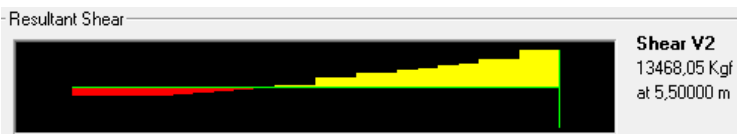
Gaya yang didapat berasal dari analisis SAP 2000 yang mana akan dijabarkan berikut :



Gambar 8. 2 Gaya aksial yang Terjadi pada Balok

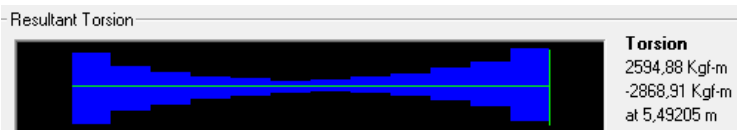
$$P_u \text{ max} = 980,5 \text{ kg}$$





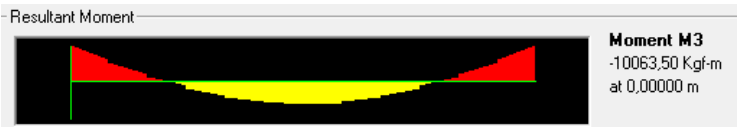
Gambar 8. 3 Gaya Geser yang Terjadi pada Balok

$V_u \text{ max} = 13648 \text{ kg}$



Gambar 8. 4 Gaya Geser yang Terjadi pada Balok

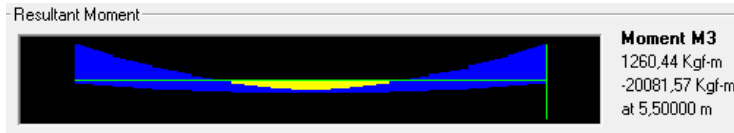
$T_u \text{ max} = 2869 \text{ kg m}$



Gambar 8. 5 Momen akibat gaya grafitasi



Gambar 8. 6 Momen akibat gempa



Gambar 8. 7 Momen akibat kombinasi grafitasi dan gempa

Momen max ,Dan untuk lebih detailnya akan disajikan pada bentuk tabel berikut :

Tabel 8. 1 Mmen yang Terjadi pada Balok

Kon disi	Lokasi	Arah Goyangan	Mu (kg- m)
1	Ujung Interior kanan (-)	Kanan	20081,6
2	Ujung Interior kiri (-)	Kiri	20081,6
3	Ujung Interior-ki(ke tengah) (+)	Kanan	9776,3
4	Ujung Interior-ka(ke tengah) (+)	Kiri	9776,3
5	Tengah Bentang (+)	Kanan & kiri	10063,5

### Cek Syarat Komponen Struktur Lentur

Berdasar SNI Beton pasal 21.5.1 mensyaratkan bahwa komponen struktur lentur SRPMK harus memenuhi hal hal berikut :

- i. Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur lentur dibatasi maksimum  $0.1 A_g f_c = 780 \text{ kN}$ .  
Berdasarkan analisa struktur, gaya aksial tekan akibat kombinasi gaya gempa dan gaya gravitasi pada balok adalah 9,8 kN
- ii. Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari 4 x tinggi efektifnya.  
Asumsikan hanya satu lapis tulangan positif yang perlu dipasang, dengan selimut beton 40 mm, sengkang menggunakan diameter 12 mm dan tulangan longitudinal diameter 25 mm maka:  

$$d_e = d = 650 \text{ mm} - (40 + 12) = 598 \text{ mm}$$

$$l_n / d = (5500 - \frac{900}{2} \times 2) / 598 \text{ mm} = 7,8 \text{ (oke)}$$
- iii. Perbandingan lebar terhadap tinggi tidak boleh kurang dari 0,3  
 $b = 400$  ,  $h = 650 \text{ mm}$  ,  $b/h = 0,62$  ( oke)
- iv. Lebar komponen tidak boleh :
  - Kurang dari 250 mm (oke)
  - Lebar balok melebihi tinggi balok  $400 < 650$  (oke)

### Perhitungan Kebutuhan Baja Tulangan Lentur

#### ➤ Kondisi 1,

Momen tumpuan kanan dengan momen negatif yakni  $M_u$   
 = Untuk jumlah lapis tulangan direncanakan 1 lapis tulangan maka langkah pertama adalah :

1. tinggi efektif balok ,  $d = 650 - (40 + 10 + 22/2)$

$$d = 585 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ As perlu} &= \frac{M_u}{\rho_i \times f_y \times d} \\
 &= \frac{20081,6 \times 10000}{0,9 \times 390 \times 0,85 \times 575}
 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ perlu} = 1149,6 \text{ mm}^2$$

Setelah diketahui  $A_s$  perlu, kiat akan mencari  $A_s$  pakai yang mana merencanakan jumlah tulangan 4 buah maka

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot D^2$$

$$A_s \text{ pakai} = 4 \cdot \pi \cdot 0,22 \cdot 25^2$$

$$A_s \text{ pakai} = 1962,5 \text{ mm}^2$$

Tinggi Blok tegangan tekan ekivalen aktual adalah :

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b}$$

$$a = \frac{1962,5 \times 390}{0,85 \times 30 \times 400}$$

$$a = 75,04 \text{ mm}$$

Cek Momen Aktual

$$P_i M_n = P_i \times A_s \times F_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$P_i M_n = 0,9 \times 1962,5 \times 400 \times \left( 587,5 - \frac{75,04}{2} \right)$$

$$P_i M_n = 37747.02 \text{ N mm}$$

Cek  $A_s$  minimum

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4f_y} \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 390} \times 400 \times 587,5$$

$$A_{s \text{ min}} = 912.9 \text{ mm}^2$$

Tetapi tidak boleh kurang dari :

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1,4}{f_y} \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1,4}{390} \times 400 \times 587,5$$

$$A_{s \text{ min}} = 933.33 \text{ mm}^2$$

Cek rasio tulangan

$$\rho = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

$$\rho = \frac{1962,5}{400 \cdot 587,5}$$

$$\rho = 0.0075$$

$$\rho_{ob} = \beta_1 \times \frac{0,85 f_{c'}}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{ob} = 0,84 \times \frac{0,85 \times 30}{390} \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{ob} = 0.0331$$

$$0,75 \cdot \rho_{ob} = 0,75 \times 0,0331$$

$$0,75 \cdot \rho_{ob} = 0.0248$$

Batas tulangan maksimum berdasarkan SNI beton pasak

21.5.2.1 adalah 0,025 dengan syarat :

$$\rho < 0,25 \text{ dan } \rho < 0,75 \rho_{ob} \text{ (oke)}$$

Kontrol Jarak Tulangan

$$s = \frac{b - 2 \times t - 2 \times \text{senggang} - (n \times D \text{ lentur})}{n-1} > 25 \text{ mm}$$

$$s = \frac{400 - 2 \times 40 - 2 \times 12 - (4 \times 25)}{n-1} > 25 \text{ mm}$$

$$s = 336 > 25 \text{ mm (oke)}$$

### ➤ **Kondisi 2,**

Kolom interior kiri, momen negatif tumpuan , goyangan ke kiri. Untuk kebutuhan detailing penulangan balok sama dengan kondisi 1 yaitu

➤ **Kondisi 3,**

Kolom unterior kiri, momen negatif tumpuan , goyangan ke kiri. Berdasarkan SNI Beton pasal 21.5.2.2 mensyaratkan bahwa kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh lebih kecil dari  $\frac{1}{2}$  kuat lentur negatifnya pada muka tersebut

$$Mu = 0,5 \cdot \phi \cdot M_{\text{neksternal}} =$$

$$Mu = 0,5 \cdot 20081,6 = 10040,8 > 9776,3 \text{ Kg m}$$

Oleh karena itu pakai yang berdasarkan hasil perhitungan diatas

Untuk perhitunagn detail penulangannya adalah

$$1. \text{ tinggi efektif balok , } d = 650 - (40 + 10 + 25/2)$$

$$d = 587,5 \text{ mm}$$

$$2. \text{ As perlu} = \frac{Mu}{\phi \cdot f_y \cdot d}$$

$$= \frac{10040,8 \times 10000}{0,9 \times 390 \times 0,85 \times 575}$$

$$\text{As perlu} = 574.8 \text{ mm}^2$$

Setelah diketahui As perlu, kiat akan mencari As pakai yang mana merencanakan jumlah tulangan 4 buah maka

$$\text{As pakai} = n \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot D^2$$

$$\text{As pakai} = 2 \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot 25^2$$

$$\text{As pakai} = 981.25 \text{ mm}^2$$

Tinggi Blok tegangan tekan ekivalen aktual adalah :

$$a = \frac{As \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$a = \frac{981.25 \times 390}{0,85 \times 30 \times 400}$$

$$a = 37.52 \text{ mm}$$

Cek Momen Aktual

$$P_i M_n = P_i \times A_s \times F_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$P_i M_n = 0,9 \times 981.25 \times 400 \times \left( 587,5 - \frac{37.52}{2} \right)$$

$$P_i M_n = 19519.6 \text{ N mm}$$

Cek  $A_s$  minimum

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f'c'}}{4f_y} \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 390} \times 400 \times 587,5$$

$$A_{s \text{ min}} = 912.9 \text{ mm}^2$$

Tetapi tidak boleh kurang dari :

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1,4}{f_y} \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1,4}{390} \times 400 \times 587,5$$

$$A_{s \text{ min}} = 933.33 \text{ mm}^2$$

Cek rasio tulangan

$$\rho = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

$$\rho = \frac{981.25}{400 \cdot 587,5}$$

$$\rho = 0.0038$$

$$\rho_{ob} = \beta_1 \times \frac{0,85 f'c'}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{ob} = 0,84 \times \frac{0,85 \times 30}{390} \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{ob} = 0.0331$$

$$0,75 \cdot \rho_{ob} = 0,75 \times 0,0331$$

$$0,75 \cdot \rho_{ob} = 0,0248$$

Batas tulangan maksimum berdasarkan SNI beton pasal 21.5.2.1 adalah 0,025 dengan syarat :

$$\rho < 0,25 \text{ dan } \rho < 0,75 \rho_{ob}$$

Kontrol Jarak Tulangan

$$s = \frac{b - 2x_t - 2x_{senggang} - (n \times D_{lentur})}{2-1} > 25 \text{ mm}$$

$$s = \frac{400 - 2 \times 40 - 2 \times 12 - (2 \times 25)}{2-1} > 25 \text{ mm}$$

$$s = 246 > 25 \text{ mm}$$

➤ **Kondisi 4,**

Kolom interior kanan, momen positif tumpuan , goyangan ke kiri

Kebutuhan detailing penampang akan sama dengan untuk kondisi 3.

➤ **Kondisi 5,**

Tengah bentang , momen positif , goyangan ke kanan dan ke kiri.

Menurut SNI Beton pasal 21.5.2.2 juga mensyaratkan baik kuat lentur negatif maupun positif pada setiap penampang di sepanjang bentang tidak boleh kurang dari ¼ kuat lentur terbesar yang disediakan pada kedua muka kolom tersebut:

Untuk kuat lentur terbesar berdasar hasil analisis SAP 2000 untuk momen negatif akibat kedua



goyangan gempa adalah  $\phi \cdot M_n = 20081,6 \text{ kg m}$   
maka :

$$\frac{1}{4} \cdot \phi \cdot M_n = 0,25 \times 20081,6$$

$$\frac{1}{4} \cdot \phi \cdot M_n = 5020,4 \text{ kg m}$$

$$M_u = 10063,5 > \frac{1}{4} \cdot \phi \cdot M_n = 5020,4 \text{ kg m}$$

Jadi digunakan momen lentur hasil hitungan hasil analisa struktur oleh SAP 2000 yaitu 10063,5 kg m untuk perhitungan penulangannya adalah :

$$1. \text{ tinggi efektif balok, } d = 650 - (40 + 10 + 25/2)$$

$$d = 587,5 \text{ mm}$$

$$2. \text{ As perlu} = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times d} = \frac{10063,5 \times 10000}{0,9 \times 390 \times 0,85 \times 587,5}$$

$$\text{As perlu} = 576,09 \text{ mm}^2$$

Setelah diketahui As perlu, kiat akan mencari As pakai yang mana merencanakan jumlah tulangan 4 buah maka

$$\text{As pakai} = n \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot D^2$$

$$\text{As pakai} = 2 \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot 25^2$$

$$\text{As pakai} = 981,25 \text{ mm}^2$$

Tinggi Blok tegangan tekan ekivalen aktual adalah :

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b}$$

$$a = \frac{981,25 \times 390}{0,85 \times 30 \times 400}$$

$$a = 37,52 \text{ mm}$$

Cek Momen Aktual

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 981,25 \times 400 \times \left( 587,5 - \frac{37,52}{2} \right)$$

$$P_i M_n = 19519.6 \text{ N mm}$$

Cek  $A_s$  minimum

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f'c'}}{4f_y} \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 390} \times 400 \times 587,5$$

$$A_{s \text{ min}} = 912.9 \text{ mm}^2$$

Tetapi tidak boleh kurang dari :

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1,4}{f_y} \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1,4}{390} \times 400 \times 587,5$$

$$A_{s \text{ min}} = 933.33 \text{ mm}^2$$

Cek rasio tulangan

$$\rho = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

$$\rho = \frac{981.25}{400 \cdot 587,5}$$

$$\rho = 0.0038$$

$$\rho_{ob} = \beta_1 \times \frac{0,85 f'c'}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{ob} = 0,84 \times \frac{0,85 \times 30}{390} \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{ob} = 0.0331$$

$$0,75 \cdot \rho_{ob} = 0,75 \times 0,0331$$

$$0,75 \cdot \rho_{ob} = 0.0248$$

Batas tulangan maksimum berdasarkan SNI beton pasal 21.5.2.1 adalah 0,025 dengan syarat :

$\rho < 0,25$  dan  $\rho < 0,75 \rho_{b\max}$

Kontrol Jarak Tulangan

$$s = \frac{b - 2x_t - 2x_{sengkan} - (n \times D_{lentur})}{n-1} > 25 \text{ mm}$$

$$s = \frac{400 - 2 \times 40 - 2 \times 12 - (2 \times 25)}{2-1} > 25 \text{ mm}$$

$$s = 246 > 25 \text{ mm}$$

### Kapasitas Minimum Momen Positif dan Negatif

SNI Beton pasal 21.5.2.1 dan 21.5.2.2 mengharuskan sekurang kurangnya ada dua batang tulangan atas dan dua batang tulangan bawah yang dipasang secara menerus dan kapasitas momen positif dan momen negatif minimum pada sebarang penampang di sepanjang bentang balok SRPMK tidak boleh kurang dari  $\frac{1}{4}$  kali kapasitas momen maksimum yang disediakan pada kedua muka kolom balok tersebut.  $\frac{1}{4}$  kuat momen negatif – positif terbesar adalah = 5020,4 kg m

Karena kondisi 3,4,dan 5 sudah lebih besar dari 5020,4 kg m. Maka yang akan dianalisis adalah kuat momen ditengah yang harus diperhatikan. Maka momen di tengah bentang berdasarkan syarat diatas adalah 5020,4 kg m

$$1. \text{ tinggi efektif balok ,} d = 650 - (40 + 10 + 25/2)$$

$$d = 587,5 \text{ mm}$$

$$2. \text{ As perlu} = \frac{Mu}{\pi \times f_y \times d}$$

$$= \frac{5020,4}{0,9 \times 390 \times 0,85 \times 575}$$

$$\text{As perlu} = 287,4 \text{ mm}^2$$

Setelah diketahui As perlu, kiat akan mencari As pakai yang mana merencanakan jumlah tulangan 4 buah maka

$$\text{As pakai} = n \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot D^2$$

$$\text{As pakai} = 2 \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot 25^2$$

$$\text{As pakai} = 981.25 \text{ mm}^2$$

Tinggi Blok tegangan tekan ekivalen aktual adalah :

$$a = \frac{As \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b}$$

$$a = \frac{981.25 \times 390}{0,85 \times 30 \times 400}$$

$$a = 37.52 \text{ mm}$$

Cek Momen Aktual

$$P_i M_n = P_i \times A_s \times F_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$P_i M_n = 0,9 \times 981.25 \times 400 \times \left( 587,5 - \frac{37.52}{2} \right)$$

$$P_i M_n = 19519.6 \text{ N mm}$$

Cek As minimum

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4f_y} \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 390} \times 400 \times 587,5$$

$$A_{s \text{ min}} = 912.9 \text{ mm}^2$$

Tetapi tidak boleh kurang dari :

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1,4}{f_y} \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1,4}{390} \times 400 \times 587,5$$

$$A_{s \text{ min}} = 933.33 \text{ mm}^2$$

Cek rasio tulangan

$$\rho = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

$$\rho = \frac{981,25}{400 \cdot 587,5}$$

$$\rho = 0,0038$$

$$\rho_{ob} = \beta_1 \times \frac{0,85 f_{c'}}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{ob} = 0,84 \times \frac{0,85 \times 30}{390} \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_{ob} = 0,0331$$

$$0,75 \cdot \rho_{ob} = 0,75 \times 0,0331$$

$$0,75 \cdot \rho_{ob} = 0,0248$$

Batas tulangan maksimum berdasarkan SNI beton pasal 21.5.2.1 adalah 0,025 dengan syarat :

$$\rho < 0,25 \text{ dan } \rho < 0,75 \rho_{ob}$$

Kontrol Jarak Tulangan

$$s = \frac{b - 2 \times t - 2 \times \text{sengkang} - (n \times D \text{ lentur})}{n - 1} > 25 \text{ mm}$$

$$s = \frac{b - 2 \times t - 2 \times \text{sengkang} - (n \times D \text{ lentur})}{n - 1} > 25 \text{ mm}$$

$$s = > 25 \text{ mm}$$

### Perhitungan Kebutuhan Tulangan Geser

Menurut SNI Beton Pasal 21.5.4.1 mengisyaratkan bahwa gaya geser rencana akibat gempa pada balok dihitung menggunakan asumsi sendi plastis terbentuk diujung ujung balok dengan tegangan tulangan lentur balok mencapai 1,25  $f_y$  dan faktor reduksi kuat lentur  $\phi = 1$

Perhitungan Probable Moment Capacities ( $M_{pr}$ ) apabila struktur bergoyang ke kanan adalah :

Kondisi 1

$$A_{pr-1} = \frac{1,25 \times A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b}$$

$$A_{pr-1} = \frac{1,25 \times 1962,5 \times 390}{0,85 \times 30 \times 400}$$

$$A_{pr-1} = 93.80 \text{ mm}$$

$$M_{pr-1} = 1,25 \times A_s \times F_y \times \left( d - \frac{A_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-1} = 1,25 \times 1962,5 \times 390 \times \left( 587,5 - \frac{93,8}{2} \right)$$

$$M_{pr-1} = 515.3 \text{ kN /m}$$

Kondisi 3

$$A_{pr-3} = \frac{1,25 \times A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b}$$

$$A_{pr-3} = \frac{1,25 \times 981,25 \times 390}{0,85 \times 30 \times 400}$$

$$A_{pr-3} = 46.90 \text{ mm}$$

$$M_{pr-3} = 1,25 \times A_s \times F_y \times \left( d - \frac{A_{pr-1}}{2} \right)$$

$$M_{pr-3} = 1,25 \times 981.25 \times 390 \times \left( 587,5 - \frac{46.90}{2} \right)$$

$$M_{pr-3} = 257.6 \text{ kN /m}$$

Karena detaillling penampang kedua ujung balok adalah identik,kapasitas momen probel ujung ujung baalok ketika struktur bergoyang ke kiri akan sama dengan pada saat struktur bergoyang ke kanan,hanya arahnya saja yang berbeda.

Komdisi 2

$$A_{pr-2} = 93.80 \text{ mm}$$

$$M_{pr-2} = 515.3 \text{ kN /m}$$

Kondisi 4

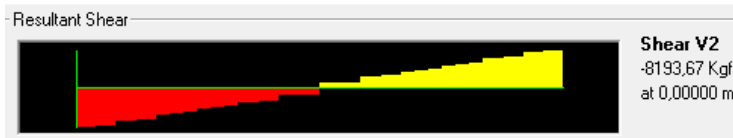
$$A_{pr-2} = 46.90 \text{ mm}$$

$$M_{pr-2} = 257.6 \text{ kN /m}$$

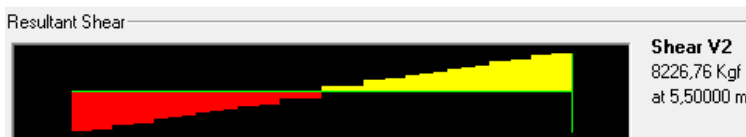
### **Menghitung Diagram Gaya Geser**

Untuk mencari reaksi gaya geser di ujung kanan dan kiri balok akibat gaya gravitasi yang bekerja pada struktur akan diulas berdasarkan SNI 03-2847-2013 Gambar S21.5.4.

Untuk gaya gravitasi dengan kombinasi 1,2D + 1,0L didapatkan pada program bantu SAP 2000 v.14 adalah sebagai berikut:



Gambar 8. 8 Gaya Akibat Kombinasi 1,2D + 1,6L



Gambar 8. 9 Gaya dari Output SAP 2000

Dari analisis diatas didapatkan  $V_g = 8227 \text{ Kg} = 82,27 \text{ kN}$

$$\text{Maka : } w_u = \frac{V_g \times 2}{l_n} = \frac{13648 \times 2}{4,6} = 5933.9 \text{ kg /m}$$

Jadi  $w_u = 59,34 \text{ kN /m}$

Menghitung Gaya Geser Akibat Goyangan ke Kanan

$$V_{\text{sway}} = \frac{M_{pr1} + M_{pr3}}{l_n} = \frac{515.3 + 257.6}{4,6}$$

$$V_{\text{sway}} = 132.4 \text{ kN}$$

Reaksi geser =  $V_g \pm V_{\text{sway}}$

Total reaksi diujung kiri dan kanan :

Reaksi di kiri =  $82,27 - 132.4 \text{ kN} = -50.10 \text{ kN}$  ( ke arah bawah)



Reaksi di kanan =  $82,27 + 132,4 \text{ kN} = 214,7 \text{ kN}$  ( ke arah atas)

Menghitung Gaya Geser Akibat Goyangan ke kiri

$$V_{\text{sway}} = \frac{M_{pr\_2} + M_{pr\_4}}{ln} = \frac{515,3 + 257,6}{4,6}$$

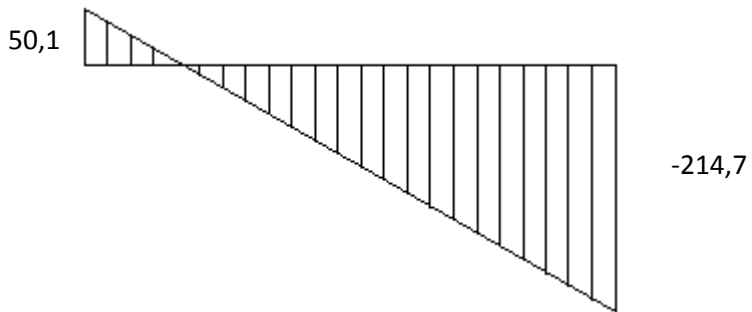
$$V_{\text{sway}} = 132,4 \text{ kN}$$

$$\text{Reaksi geser} = V_g \pm V_{\text{sway}}$$

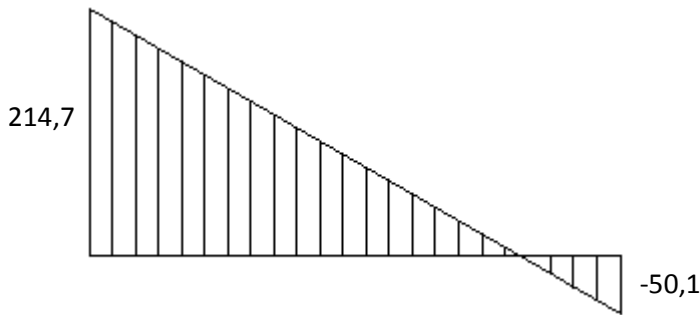
Total reaksi diujung kiri dan kanan :

Reaksi di kiri =  $82,27 + 132,4 \text{ kN} = 214,7 \text{ kN}$  ( ke arah atas)

Reaksi di kanan =  $82,27 - 132,4 \text{ kN} = -50,10 \text{ kN}$  ( ke arah bawah)



Gambar 8. 10 Gaya Geser Goyangan ke Kanan



Gambar 8. 11 Gaya Geser Goyangan ke Kiri

### Perhitungan Kebutuhan Sengkang untuk Gaya Geser

SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.4.2 mensyaratkan bahwa kontribusi beton dalam menahan geser, yaitu  $V_c = 0$  pada perencanaan sendi plastis apabila:

- Gaya geser  $V_{sway}$  akibat sendi plastis di ujung ujung balok melebihi  $\frac{1}{2}$  atau lebih kuat geser perlu maksimum,  $V_u$  di sepanjang bentang dan,
- Gaya tekan aksial terfaktor, termasuk akibat pembebanan gempa, kurang dari  $A_g \cdot f_c' / 20$

Jika salah satu dari kedua hal diatas tidak terpenuhi maka perhitungan  $V_c$  mengikuti aturan desain non gempa.

- Gaya geser

Tabel 8. 2 Perhitungan Gaya Geser akibat Goyangan ke kiri dan kanan

arah gempa		V sway	Reaksi Tumpun kiri		Reaksi Tumpun kiri		Syarat
			Vu	0,5 Vu	Vu	0,5 Vu	
			(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	
Kanan		132,4	50,1	25	214,7	107,4	OK
Kiri		132,4	214,7	107,4	50,1	25	OK

- Gaya aksial tekan terfaktor akibat kombinasi gaya gempa dan gravitasi  $< A_g \cdot f_c' / 20$ . Apabila diketahui  $P_u = 9,8 \text{ kN}$  dan  $A_g \cdot f_c' / 20 = 390 \text{ kN}$ , maka syarat ke 2 memenuhi.

Maka nilai  $V_c = 0$  (karena persyaratan 1 dan 2 terpenuhi )

❖ Muka Kolom Interior Kiri

$$V_u = 214,7 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{214,7}{0,75} - 0$$

$$V_s = 286,27 \text{ kN}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.4.7.9, nilai maksimum  $V_s$  adalah sebagai berikut:

$$V_s \text{ max} = \frac{2}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$V_s \max = \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 400 \times 587,5$$

$$V_s \max = 858.1 \text{ kN}$$

$$V_s < V_{s\max} \text{ (Oke)}$$

Misalkan dicoba menggunakan sengkang 2 kaki D 12  
( $A_v = 226.1 \text{ mm}^2$ ) maka :

$$s = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s}$$

$$s = \frac{226,1 \times 390 \times 587,5}{255.6 \times 1000}$$

$$s = 202.7 \text{ mm (maksimal)}$$

Syarat spasi maksimum tul. geser balok berdasarkan  
SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.3.2:

- $d/4 = 587 / 4 = 147 \text{ mm}$
- $6 \cdot db = 6 \times 25 = 150 \text{ mm}$
- $s \leq 150 \text{ mm}$

pilih jarak **120 mm**

jadi, dipasang sengkang 2 kaki D12-120 disepanjang  
sejarak  $2h = 2 \cdot 650 \text{ mm} = 1300 \text{ mm}$  dari muka kolom  
kanan, dimana tulangan geser pertama dipasang 50 mm dari  
muka kolom

❖ Muka Kolom Interior Kanan

Gaya geser maksimum  $V_u = 191,5$  kN. Maka akan sam dengan muka kolom Interior kiri ,maka diperlukan sengkang 2 kaki D12 – 120 mm.

❖ Ujung zona Sendi Plastis (daerah lapangan)

Gaya geser maksimum  $V_u$  di ujung zona sendi plastis, yaitu sejarak  $2h = 2 \cdot 650 \text{ mm} = 1300 \text{ mm}$  dari muka kolom adalah  $214,7 - (1,2 \times 59,3) = 143,5$  kN. Dizona ini kontribusi  $V_c$  juga diperhitungkan.

$$V_c = 1/6 \times \sqrt{f'c'} \times b_w \times d$$

$$V_c = 1/6 \times \sqrt{30} \times 400 \times 587,5$$

$$V_c = 214,95 \text{ kN}$$

Maka :

$$V_s = \frac{V_u}{0,75} - V_c = \frac{143,5}{0,75} - 214,5$$

$$V_s = - 23,62 \text{ kN}$$

Misalkan dicoba menggunakan sengkang 2 kaki D 12 ( $A_v = 226,1 \text{ mm}^2$ ) maka :

$$s = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s}$$

$$s = \frac{226,1 \times 390 \times 587,5}{23,62 \times 1000}$$

$$s = 2193,1 \text{ mm (maksimal)}$$

Syarat spasi maksimum tul. geser balok berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.3.2:

- $d/4 = 587 / 4 = 147 \text{ mm}$
- $6 \cdot db = 6 \times 25 = 150 \text{ mm}$
- $s \leq 150 \text{ mm}$

pilih jarak **140 mm**

jadi untuk daerah sendi plastis dipasang tulangan **2 kaki D12 – 140 mm**

### Perhitungan Kebutuhan Tulangan Torsi

4. Kontrol kecukupan penampang menahan momen torsi terfaktor berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.1 yaitu:

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w \cdot d}\right)^2 + \left(\frac{T_u \cdot P_h}{1,7 \cdot A_o h^2}\right)^2} \leq \pi \cdot \left(\frac{V_c}{b_w \cdot d} + 0,66 \cdot \sqrt{f'c'}\right)$$

Dimana :  $T_u$  = Torsi maksimum dari output Sap 2000

$V_u$  = Geser maksimum dari output Sap 2000

Dengan nilai :  $T_u = 13648 \text{ kg m}$

$V_u = 2869 \text{ kg}$

$b_h = b - 2 \cdot t - d.$ senggang

$b_h = 400 - 2 \times 40 - 12$

$b_h = 308 \text{ mm}$

$h_h = h - 2 \cdot t - d.$ senggang

$h_h = 650 - 2 \times 40 - 12$

$h_h = 558 \text{ mm}$

Keliling penampang dengan dibatasi as tulangan sengkang adalah:

$P_h = 2 \times (b_h + h_h)$

$P_h = 2 \times (308 + 558)$

$P_h = 1732 \text{ mm}$

Luas penampang dengan dibatasi as tulangan sengkang:

$A_{oh} = b_h \cdot h_h = 308 \times 558$

$$A_{oh} = 171864 \text{ mm}^2$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c'} \times b_w \times d$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 400 \times 587,5 = 214,9 \text{ kN}$$

Setelah beberapa parameter dihitung maka :

$$\sqrt{\left(\frac{28,69 \cdot 1000}{400 \cdot 587,5}\right)^2 + \left(\frac{136,48 \cdot 10000 \cdot 1732}{1,7 \cdot 171864^2}\right)^2} = 1,2$$

$$0,75 \cdot \left(\frac{214,9 \times 1000}{400 \cdot 587,5} + 0,66 \cdot \sqrt{30}\right) = 2,71$$

dari 2 perhitungan diatas didapat maka  $1,2 < 2,71$  maka penampang cukup untuk menahan torsi terfaktor.

5. Kontrol pengaruh puntir berdasarkan SNI 032847-2013  
Pasal 11.5.1, yaitu pengaruh puntir dapat diabaikan jika:

$$T_u \leq \pi \times 0,083 \times \lambda \times \sqrt{f'c'} \times \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)$$

Dengan :  $A_{cp}$  = Luas penampang keseluruhan

$P_{cp}$  = Keliling penampang keseluruhan

$\lambda$  = 1

$\emptyset$  = 0,75 (Faktor reduksi beban torsi)

Luas penampang keseluruhan:

$$A_{cp} = b \cdot h$$

$$A_{cp} = 400 \times 650 = 260000 \text{ mm}^2$$

Keliling penampang keseluruhan

$$P_{cp} = 2 \cdot (b + h)$$

$$P_{cp} = 2 \times (400 + 650) = 2100 \text{ mm}$$

Maka nilai  $Tu_{\min}$  adalah:

$$Tu_{\min} = \emptyset \times 0,083 \times \sqrt{f'c'} \times \left( \frac{Acp^2}{Pcp} \right)$$

$$Tu_{\min} = 0,75 \times 0,083 \times \sqrt{30} \times \left( \frac{26000^2}{2100} \right)$$

$$Tu_{\min} = 10975577.59 \text{ N mm}$$

$$Tu = 136480000 \text{ N m} > Tumin = 10975577.59 \text{ N mm}$$

maka diperlukan tulangan torsi

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.2.2, nilai torsi maksimum boleh direduksi dengan persamaan sebagai berikut:

$$= \emptyset \times 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f'c'} \times \left( \frac{Acp^2}{Pcp} \right)$$

$$= 0,75 \times 0,33 \times \sqrt{30} \times \left( \frac{26000^2}{2100} \right)$$

$$= 43637838.6 \text{ N mm}$$

Karena nilai  $Tu \geq \emptyset \times 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f'c'} \times \left( \frac{Acp^2}{Pcp} \right)$  maka nilai

$Tu$  dipakai = 43637838.6 N mm

6. Perhitungan tulangan transversal penahan torsi Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.6, dalam menghitung penulangan transversal penahan torsi, nilai  $A_o$  dapat diambil sama dengan 0,8  $A_{oh}$  dan nilai  $\theta = 45^\circ$   $A_o = 0,85 \cdot A_{oh} = 0,85 \times 171864 = 146084.4 \text{ mm}^2$

$$T_n = \frac{2 \times A_o \times A_T \times f_{yt}}{s} \times \cot teta$$

$$\frac{T_u}{\phi} = \frac{2 \times A_o \times A_T \times f_{yt}}{s} \times \cot teta$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_u}{\phi \times 2 \times A_o \times A_T \times f_{yt} \times \cot teta}$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{43637838.6}{0,75 \times 2 \times 146084.4 \times 390 \times 1}$$



$$\frac{At}{s} = 0.511 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

- **Pada daerah tumpuan:**

Kebutuhan tulangan sengkang sebelum torsi

$$\frac{Av}{s} = \frac{Vs}{F_y \times d}$$

$$\frac{Av}{s} = \frac{255600}{390 \times 587.5} = 1,116 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

Kebutuhan tulangan sengkang setelah torsi:

$$\frac{Avt}{s} = \frac{Av}{s} + 2 \cdot \frac{At}{s}$$

$$\frac{Avt}{s} = 1,116 + 2 \cdot 0,511$$

$$\frac{Avt}{s} = 2,14 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

Kontrol apakah tulangan sengkang 2 kaki D12 – 120mm yang terpasang mampu menaham tambahan gaya torsi :

$$\frac{Av \text{ pakai}}{s} = \frac{2 \times 0,25 \times 3,14 \times 12^2}{120}$$

$$\frac{Av \text{ pakai}}{s} = 1.884 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

$$\frac{Av \text{ pakai}}{s} < \frac{Avt}{s}$$

Karena masih belum mencukupi maka jarak sengkang akan dicoba dengan **100 mm** jadi:

$$\frac{Av \text{ pakai}}{s} = \frac{2 \times 0,25 \times 3,14 \times 12^2}{100}$$

$$\frac{Av \text{ pakai}}{s} = 2.26 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

Jadi tulangan sengkang **2 kaki D12 – 100 mm** mampu menahan gaya torsi.

- **Pada daerah lapangan:**

Kebutuhan tulangan sengkang sebelum torsi

$$\frac{Av}{s} = \frac{Vs}{F_y \times d}$$

$$\frac{Av}{s} = \frac{23620}{390 \times 587.5} = 0.103 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Kebutuhan tulangan sengkang setelah torsi:

$$\frac{Av_t}{s} = \frac{Av}{s} + 2 \cdot \frac{At}{s}$$

$$\frac{Av_t}{s} = 0.103 + 2 \cdot 0.511$$

$$\frac{Av_t}{s} = 1.125 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Kontrol apakah tulangan sengkang 2 kaki D12 – 120mm yang terpasang mampu menahan tambahan gaya torsi :

$$\frac{Av \text{ pakai}}{s} = \frac{2 \times 0.25 \times 3.14 \times 12^2}{140}$$

$$\frac{Av \text{ pakai}}{s} = 1.61 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\frac{Av \text{ pakai}}{s} > \frac{Av_t}{s}$$

Jadi tulangan sengkang **2 kaki D12 – 140mm** mampu menahan gaya torsi.

4. Perhitungan tulangan longitudinal penahan torsi:

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.7, tulangan torsi untuk tulangan lentur dihitung sebagai berikut:

$$A_l = \frac{A_t}{s} \times Ph \times \frac{f_{yt}}{f_y} \times \cot^2 \theta$$

$$A_l = 0,511 \times 1732 \times \frac{390}{390} \times 1$$

$$A_l = 885.1 \text{ mm}^2$$

Direncanakan digunaka tulangan 4D 19 , maka :

$$= n \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot D^2$$

$$= 4 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 19^2 = 1133,54 \text{ mm}^2$$

Jadi,berdasarkan rencana diatas jumlah tulangan torsi longitudinal yang dibutuhkan pada sisi kiri dan kanan adalah 4D 19.

### **Panjang Penyaluran Tulangan**

#### **1. Panjang Penyaluran Tulangan Tarik**

- a. Bersarkan SNI Beton pasal SNI 03-2847-2013 Pasal 12.10.3 dan 12.10.4, panjang tulangan yang diteruskan adalah :

- $d = 587$
- $12 d_b = 264$
- $l_n / 16 = 207$

diambil yang terbesar yaitu 587 mm dan diambil 600

- b. Menurut SNI Beton pasal 03-2847-2013 Pasal 12.2.2 mencari panjang  $l_d$  dengan rumus :

$$l_d = \left( \frac{0,24 \cdot \psi_t \cdot \psi_e \cdot f_y}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot d_b$$

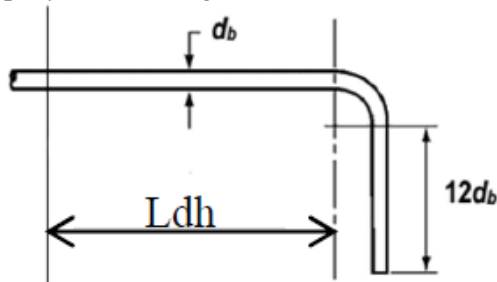
dengan :  $\psi_t = 1$

$$\psi_e = 1$$

$$\text{Maka : } l_d = \left( \frac{0,24 \cdot 1 \cdot 1.400}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30}} \right) \cdot 25 \text{ mm} = 258 \text{ mm}$$

Maka diambil nilai  $l_d$  **300 mm**

2. Panjang penyaluran tulangan berkait:



Gambar 8. 12 Panjang Penyaluran Tulangan Berkait

$$l_d = \left( \frac{0,24 \cdot \psi_e \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot D_b$$

$$l_d = \left( \frac{0,24 \cdot 1 \cdot 400}{1 \cdot \sqrt{30}} \right) \cdot 25 \text{ mm} = 438,17 \text{ mm}$$

Maka diambil nilai  $l_d$  **450 mm**

### 8.3. Perhitungan Struktur Kolom

Pada perhitungan kolom ini, akan dihitung 1 jenis kolom yang mewakili semua lantai, salah satu kolom yang akan dihitung diambil dari output gaya yang terbesar. Untuk data perencanaannya akan ditampilkan sebagai berikut.

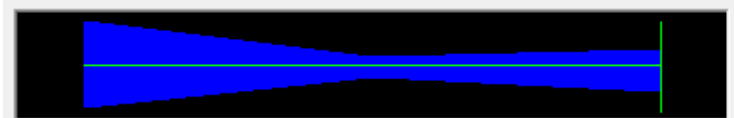
**Data Perencanaan ( kolom lantai 1-15)**

Mutu Beton	= 35 Mpa
tinggi kolom / lantai	= 4 Meter
Dimensi kolom	= h:900 mm , b :600 mm
Desain tul Long.	= 25 mm
Desain tul trans.	= 12 mm
Fy lentur	= 390 Mpa
Fy Geser	= 390 Mpa

**Output Gaya pada Kolom**

Gambar gaya aksial dari kombinasi terbesar

$P_u$  = 589030.57 Kg



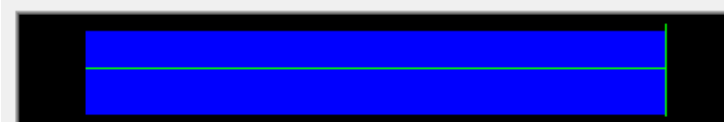
Gambar gaya Mux dari kombinasi terbesar

$M_{ux}$  = 36547.1 Kg m



Gambar gaya Muy dari kombinasi terbesar

$M_{uy}$  = 32250.5 Kg m



gambar gaya  $V_u$  dari kombinasi terbesar

$$V_u = 21901.6 \text{ Kg}$$

### Cek syarat Komponen Struktur Penahan Gempa

Berdasarkan SNI Beton Pasal 21.6.1 ,syarat kolom yang didesain adalah :

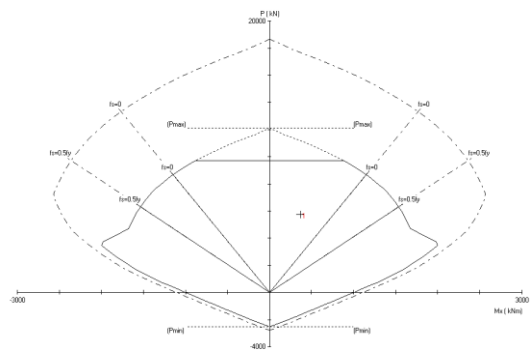
- Gaya aksial terfaktor maksimum yang bekerja pada kolom harus melebihi  $\frac{A_g \times f_{c'}}{10}$  maka :  

$$\frac{A_g \times f_{c'}}{10} = \frac{900 \times 600 \times 30}{10 \times 10}$$

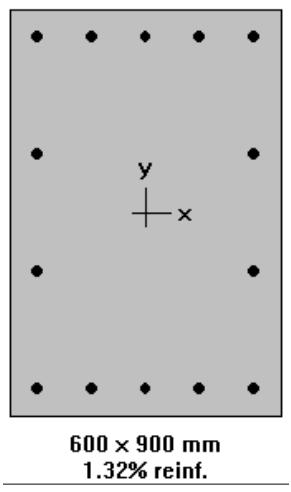
$$\frac{A_g \times f_{c'}}{10} = 189000 \text{ kg} < 589031 \text{ kg}$$
- Sisi terpendek penampang kolom tidak boleh kurang dari 300 mm  
 $600 \text{ mm} > 300 \text{ mm}$  ( **Oke** )
- Rasio penampang antara b dan h tidak boleh kurang dari 0,4  
 $b / h = 600 / 900 = 0.7 > 0.4$  ( **Oke** )

### Perhitungan Penulangan Longitudinal Kolom

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.3.1, luas tulangan longitudinal dibatasi yaitu tidak boleh kurang dari  $0,01A_g$  dan tidak boleh lebih dari  $0,06A_g$ . Untuk mendapatkan konfigurasi tulangan memanjang, digunakan SPColumn dan hasilnya :



Gambar 8. 13 Diagram Interaksi Kolom Desain



Gambar 8. 14 Penulangan Kolom pada SPColumnn

Berdasarkan hasil perhitungan tulangan longitudinal oleh PCA coloumn didapatkan konfigurasi penulangan **9D 25 mm**

untuk menahan gaya - gaya yang ada pada kolom dengan rasio atau 0,0132 sehingga nilai  $0,01 < \rho < 0,06$  telah terpenuhi.

### Cek Syarat "Strong Coloumn Weak Beam"

Menurut SNI Beton Pasal 21.6.2.2, kekuatan kolom harus memenuhi  $\Sigma M_c \geq 1,2 \cdot \Sigma M_g$  dengan :

$\Sigma M_c$  = Jumlah  $M_n$  dua kolom yang bertemu di join

$\Sigma M_g$  = Jumlah  $M_n$  dua balok yang bertemu di join ( Jumlah  $M_n$  dua balok yang bertemu di join )

dalam perhitungan ini , diambil pendekatan konservatif dengan momen momen yang diperhitungkan adalah momen desain  $\phi M_n$  (akibat goyangan ke kanan ,  $\phi M_n$  pada ujung balok).

$1,2 \cdot \Sigma M_g$

$$1,2 \times ( 285,9 + 287,9 ) = 688,56 \text{ kN}$$

Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut:

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities:									
Design/Required ratio $\phi M_n/\mu \geq 1,00$									
No.	$P_u$ kN	$M_{ux}$ kNm	$\phi M_{nx}$ kNm	$\phi M_n/\mu$	NA depth mm	Dt depth mm	$\epsilon_{s\_t}$	$\phi$	
1	5759.20	365.50	1589.58	4.349	587	838	0.00128	0.650	

Gambar 8. 15 Output Diaqgram Interaksi P-M Kolom Atas

Kolom lantai 3

$$\phi P_{n-abv} = \text{gaya aksial terfaktor pada kolom} = 5759 \text{ kN}$$



Dari diagram interaksi kolom  $\phi P_{n-abv}$  bersesuaian dengan  $\phi M_n = 1589 \text{ kN m}$

Kolom lantai 2

$\phi P_{n-abv}$  = gaya aksial terfaktor pada kolom = 5759 kN

Dari diagram interaksi kolom  $\phi P_{n-abv}$  bersesuaian dengan  $\phi M_n = 1589 \text{ kN m}$

$$\Sigma M_c \geq 1,2 \cdot \Sigma M_g$$

$$(1589 + 1589) \geq 688.56 \text{ kN}$$

$$1589 > 688.56 \text{ kN (OK)}$$

Kolom lantai 2

$\phi P_{n-abv}$  = gaya aksial terfaktor pada kolom = 5759 kN

Dari diagram interaksi kolom  $\phi P_{n-abv}$  bersesuaian dengan  $\phi M_n = 1589 \text{ kN m}$

Kolom lantai 1

$\phi P_{n-abv}$  = gaya aksial terfaktor pada kolom = 5759 kN

Dari diagram interaksi kolom  $\phi P_{n-abv}$  bersesuaian dengan  $\phi M_n = 1589 \text{ kN m}$

$$\Sigma M_c \geq 1,2 \cdot \Sigma M_g$$

$$(1589 + 1589) \geq 688.56 \text{ kN}$$

$$1589 > 688.56 \text{ kN (OK)}$$

### Desain Tulangan Confinent

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.4 total luas penampang hoops tidak kurang dari salah satu yang terbesar antara :

$$A_{sh} = 0,3 \times \left( \frac{sbc \cdot fc}{f_{yt}} \right) \times \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \text{ dan}$$

$$A_{sh} = \left( \frac{0,09 \cdot sbc \cdot fc}{f_{yt}} \right)$$

dengan :  $bc = bw - 2(\text{deck} + 0,5 \cdot db)$

lebar penampang inti beton

$$A_{ch} = (bw - 2(\text{deck})) \times (bw - 2(\text{deck}))$$

Luas penampang inti beton ,diukur dari serat terluar hoop ke serat terluar hoop di sisi lainnya

maka :

$$bc = 400 - 2(40 + 0,5 \cdot 25)$$

$$bc = 508 \text{ mm}$$

$$A_{ch} = (400 - 2(40)) \times (400 - 2(40))$$

$$A_{ch} = 426400 \text{ mm}^2$$

dengan ,didapatkan :

$$A_{sh} = 0,3 \times \left( \frac{sbc \cdot fc}{fyt} \right) \times \left( \frac{Ag}{Ach} - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 0,3 \times \left( \frac{508 \cdot 35}{390} \right) \times \left( \frac{540000}{426400} - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 3,35 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_{sh} = \left( \frac{0,09 \cdot sbc \cdot fc}{fyt} \right)$$

$$A_{sh} = \left( \frac{0,09 \cdot 508 \cdot 35}{390} \right)$$

$$A_{sh} = 4.00 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

jadi diambil yang terbesar yaitu 4 mm<sup>2</sup>/mm

menentukan spasi maksimum *hoop* berdasar SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.3 yang mana :

- ¼ dimensi komponen struktur minimum:

$$600 / 4 = 150$$

- 6 x db = 6 x 25 = 150

- $So \leq 100 + \frac{350-0,5 \cdot hx}{3}$  dengan :  $hx = 0,67 \times hc$

$$hx = 0,67 \times 808 \text{ mm} = 541,4 \text{ mm}$$

$$So \leq 100 + \frac{350-0,5 \cdot 541,4}{3}$$

$$So \leq 126.44 \text{ mm}$$

namun  $s_x$  tidak boleh melebihi 150 mm ,dan tidak perlu lebih kecil dari 100 mm, jadi digunakan  $s = 120 \text{ mm}$

$$\text{Ash} = 9,18 \text{ mm}^2/\text{mm} \cdot 120 \text{ mm}$$

$$\text{Ash} = 1101.8 \text{ mm}^2$$

misalkan ,digunakan 10 tabel ,jika disajikan dalam bentuk tabel maka sebagai berikut :

Tabel 8. 3 kebutuhan luasan sengkang perlu dan pakai

D	A	n	Ash pakai	Ash min
12	113.04	5	1130.4	480,06

Menentukan daerah pemasangan tulangan sengkang persegi (hoop) . Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.1: Tulangan hoop diperlukan sepanjang lo dari ujung ujung kolom dengan lo merupakan nilai terbesar dari :

- tinggi elemen kolom h , di join = 900 mm
- 0,167 tinggi bersih kolom :  $(4000 - 650)/6 = 558.3 \text{ mm}$
- 450 mm

dari ketiga diatas dipilih **lo : 900 mm**

jadi untuk hoops sepanjang lo dipakai **5 kaki D12 – 120mm**

Menurut SNI – 2847 - 2013 pasal 21.6.4.5 adalah sepanjang sisa kolom bersih (tinggi kolom dikurangi lo di masing masing ujung kolom) diberi hoops dengan spasi maksimum 150 mm atau **6 x 25 =150 mm**. Oleh karena itu,dipakai s terkecil =

**150 mm** sehingga digunakan **5 kaki D12 – 150mm** untuk daerah diluar *lo*.

### **Desain Tulangan Geser**

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.5.1,  $V_e$  tidak perlu lebih besar dari  $V_{sway}$  yang dihitung berdasarkan  $M_{pr}$  balok :

$$V_{sway} = \frac{M_{prtop} . DF_{top} + M_{prbot} . DF_{bot}}{l_u}$$

dengan :

DF = Faktor distribusi momen di bagian atas dan bawah kolom yang didesain

Karena kolom di lantai atas dan lantai bawah mempunyai kekakuan yang sama maka:

$$DF_{atas} = DF_{bawah} = 0,5$$

$M_{prtop}$  dan  $M_{prbot}$  adalah penjumlahan  $M_{pr}$  untuk masing-masing balok di lantai atas dan dilantai bawah di muka kolom interior, maka perhitungannya adalah :

$$V_{sway} = \frac{(509+388) \times 0,5 + (509 - 388) \times 0,5}{3.35}$$

$$V_{sway} = 267.8 \text{ kN}$$

Tetapi ,  $v_e$  tidak boleh lebih kecil dari gaya geser terfaktor hasil analisis:  $V = 211.8 \text{ kN} < 267.8 \text{ kN}$  (OK)

Jadi , diambil  $V_e = 267.8 \text{ kN}$

### Cek Apakah diperlukan Tulangan Geser

$V_c$  dapat diambil = 0 jikalau  $V_e$  akibat beban gempa lebih besar dari  $0,5V_u$  dan gaya aksial terfaktor pada kolom tidak melampaui  $0,5.A_g.f_c'$

$$V_e = 267.8 \text{ kN} > 105.9 \text{ kN} \quad (\text{OK})$$

$$P_u > 0.05 . A_g . f_c'$$

$$5890.3 > 945 \text{ kN} \quad (\text{No OK})$$

Berdasarkan syarat diatas ada yang tidak terpenuhi, jadi  $V_c$  diperhitungkan, maka:

$$V_c = 0,167 \times b_w \times d$$

$$V_c = 0,167 \times 600 \times 835 \times \sqrt{30} = 503.9 \text{ kN}$$

Jika  $\frac{V_u}{\phi} > 0,5V_c$  maka perlunya dipasang tulangan geser maka:

$$\frac{267.8}{0,75} = 357 \text{ kN}$$

$$0,5 \times 503,9 = 251.9 \text{ kN}$$

$$\frac{V_u}{\phi} > 0,5V_c, \text{ jadi perlu tulangan geser.}$$

Cek apakah cukup dipasang tulangan geser minimum :

$$\frac{V_u}{\phi} > V_c + 0,33 . b_w . d$$

$$\frac{V_u}{\phi} = \frac{267.8}{0,75} = 357 \text{ kN}$$

$$V_c + 0,33 . b_w . d = 503.9 + 0,33 . 600 . 835 = 669.2 \text{ kN}$$

$357 \text{ kN} < 669.2 \text{ kN}$  jadi, hanya diperlukan tulangan geser minimum:

$$A_{vmin} = \frac{0,33 \cdot bw \cdot s}{f_y}$$

Karena sebelumnya telah dipasang tulangan confinement **10 kaki D25 – 120mm** maka :

$$A_{vmin} = \frac{0,33 \cdot 600 \cdot 120}{390}$$

$$A_{vmin} = 60 \text{ mm}^2$$

sementara itu,  $A_{sh}$  untuk **10 kaki D25** :  $1130.4 \text{ mm}^2$

$1130.4 \text{ mm}^2 > 60 \text{ mm}^2$  (OK) persyaratan geser terpenuhi.

### Untuk Bentang Diluar *lo*

Menurut **SNI 03-2847-2013 Pasal 11.2.1.2** persamaan **11 - 4** memberikan harga  $V_c$  bila ada gaya aksial yang bekerja, yakni:

$$V_c = 0,17 \cdot \left( 1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d$$

dengan :  $N_u$  = gaya tekan aksial terkecil dari semua kombinasi pembebanan

$\lambda = 1$  untuk beton normal

untuk nilai  $N_u$  terkecil dari analisis SAP 2000 adalah kombinasi **0.9D + 1Ex + 0.3Ey** dengan  **$N_u = 12797.91 \text{ Kg}$**

$$\frac{N_u}{A_g} = \frac{1279.8 \text{ N}}{900 \times 600} = 0.24 \text{ Mpa}$$

$$V_c = 0,17 \cdot \left( 1 + \frac{0,24}{14} \right) \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 600 \cdot 835$$

$$V_c = 512.40 \text{ kN}$$

Karena  **$V_c = 512.40 \text{ kN}$**  melebihi  **$V_u / \phi = 357 \text{ kN}$**  maka untuk bentang kolom di luar *lo* maka tulangan sengkang tidak

dibutuhkan untuk geser pada daerah tersebut, tetapi hanya untuk confinement

### Perhitungan Sambungan Lewatan

Untuk panjang Panjang Penyaluran pada kolom dihitung berdasarkan **SNI pasal 12.17.2.1 hal 112** menyatakan bahwa panjang  $l_d$  tidak boleh kurang dari 300 mm dan untuk perhitungan  $l_d$  adalah berdasarkan tabel **pasal 12.17.2.1** untuk persamaan yang digunakan adalah :

$$\left( \frac{F_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot d_b$$

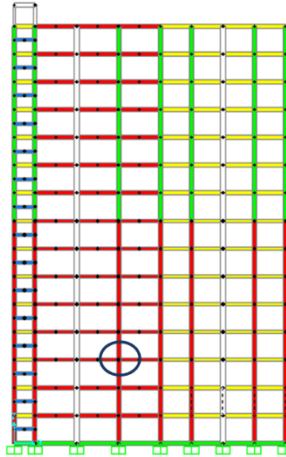
yang mana persamaan diatas dipakai bila tulangan yang dipakai > **D22** dan selimut bersih tidak kurang dari **db**. Untuk nilai  $\Psi_t$   $\Psi_e$  dan  $\lambda$  adalah 1. Untuk perhitungan  $l_d$  kolom adalah :

$$l_d = \left( \frac{390 \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{35}} \right) \cdot 25$$

$$l_d = 39 \times 25 \text{ mm} = 975 \text{ mm ( ambil 1000 mm)}$$



### 8.4.Desain Hubungan Balok Kolom



Gambar 8. 16 Join yang Akan Ditinjau

#### Cek Dimensi Joint

berdasarkan SNI beton pasal 21.7.4.1 luas efektif hubungan balok kolom dinyatakan dalam  $A_{ji}$  adalah :

$$900 \times 600 = 540000 \text{ mm}^2$$

#### Menentukan Panjang Join

Sedangkan berdasarkan pasal 21.7.2.3 panjang join yang diukur paralel terhadap tulangan lentur balok yang menyebabkan geser dijoin aedikitnya 20 db maka :

$$20 \times 25 = 500 \text{ mm} < 600 \text{ mm ( OK )}$$

#### Penulangan Confinment

Berdasarkan pasal 21.7.3.2 spasi vertikal tulangan confinement diizinkan untuk diperbesar hingga 150 mm. Pada joint interior, jumlah tulangan confinement setidaknya setengah dari tulangan confinement yang dibutuhkan di ujung ujung kolom.

$$0.5 \text{ Ash} / s = 0,5 \times 4 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

$$0.5 \text{ Ash} / s = 2 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

spasi vertikal tulangan confinement diizinkan untuk diperbesar hingga **150 mm**. Maka area tulangan hoops yang dibutuhkan adalah :

$$\text{Ash} = 150 \times 2 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

$$\text{Ash} = 300 \text{ mm}^2$$

Maka luas sengkang yang dibutuhkan akan ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 8. 4 kebutuhan sengkang pada Joint

D	A(mm <sup>2</sup> )	n	Ash pakai	Ash min
12	113.04	4	452,16	300

Jadi ,digunakan sengkang **4 kaki D12 jarak 150 mm**

### Perhitungan Gaya Geser di Joint

Balok yang memasuki join memiliki *Probable Moment* 285.9 kN m dan 373 kN m. pada join , kekakuan kolom atas dan bawah sama sehingga  $DF = 0,5$  untuk setiap kolom sehingga

$$M_e = 0,5 \times ( 285.9 + 373 )$$

$$M_e = 329.4 \text{ kN m}$$

Hitung geser pada kolom atas:

$$V_{\text{sway}} = \frac{329.4 + 329.4}{4} = 164.7 \text{ kN}$$

Gaya tarik yang bekerja pada baja tulangan balok di bagian kiri adalah :

$$A_{S1} = 1962.5 \text{ mm}^2$$

$$T_1 = 1,25 \times A_s \times F_y$$

$$T_1 = 1,25 \times 1962,5 \times 390$$

$$T_1 = 956.72 \text{ kN}$$

Gaya tekan yang bekerja pada balok ke arah kiri adalah :

$$C_1 = T_1 = 956.72 \text{ kN}$$

Gaya tarik yang bekerja pada baja tulangan balok di bagian kanan adalah :

$$A_{S2} = 1471.9 \text{ mm}^2$$

$$T_1 = 1,25 \times A_s \times F_y$$

$$T_1 = 1,25 \times 1471.9 \times 390$$

$$T_1 = 717.54 \text{ kN}$$

Gaya tekan yang bekerja pada balok ke arah kiri adalah :

$$C_2 = T_2 = 717.54 \text{ kN}$$

Setelah perhitungan diatas maka gaya geser di joint adalah :

$$V_u = V_j = V_{\text{sway}} - T_1 - C_2$$

$$= 164,7 - 956,7 - 717,54$$

$$V_u = V_j = 1509.5 \text{ kN}$$

### Cek Kuat Geser Joint

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 21.7.4.1, untuk kuat geser joint yang dikekang di keempat sisinya adalah:

$$V_n = 1,7 \times \sqrt{f'c'} \times A_j$$

$$V_n = 1,7 \times \sqrt{35} \times 540000$$

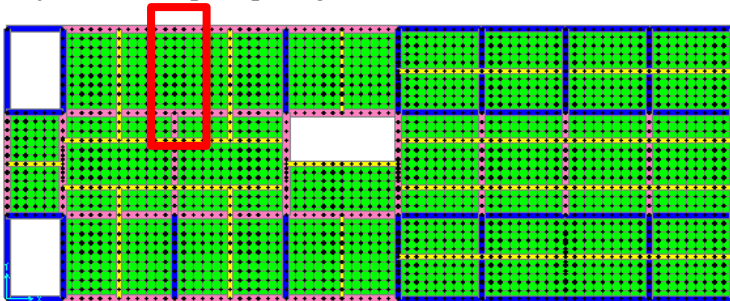
$$V_n = 5430.96 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,75 \times 5430.96 = 4073.2 \text{ kN}$$

$$4073.2 \text{ kN} > 1509.5 \text{ kN} \quad (\text{OK})$$

### 8.5. Perencanaan Struktur Shearwall

Pada apartemen ini terdapat total 6 Shearwall yang ada pada gedung horisontal dan vertikal. Untuk Shearwall yang akan ditinjau pada perencanaan ini hanya 1 dan shearwall yang ditinjau adalah seperti pada gambar berikut:



Gambar 8. 17 Lokasi Shearwaall yang Ditinjau

#### Data - Data Perencanaan Shearwall

Tebal dinding = 350 mm

Panjang badan = 3600 mm

Tinggi total	= 60000 mm
Decking	= 40 mm
Mutu beton $f_c'$	= 40 Mpa
Mutu baja $f_y$	= 390 MPa
Tulangan longitudinal	= 16 mm
Tulangan transversal	= 16 mm

Untuk gaya yang didapat dari Shearwall diatas didapat dari analisis SAP 2000 yang mana sebagai berikut :

$$P_u = 16139.15 \text{ kN}$$

$$V_u = 1400.75 \text{ kN}$$

$$M_u = 15957.61 \text{ kN m}$$

### **Kontrol Ketebalan Terhadap Geser**

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 21.9.4.4, kuat geser nominal tiap dinding individual tidak boleh melebihi:

$$0,83 \cdot A_{cw} \cdot \sqrt{f_c'}$$

Dengan : luas penampang dinding yang ditinjau

Tebal dinding x panjang badan

$$350 \times 3600 = 1260000 \text{ mm}^2$$

$$= 0,83 \cdot 1260000 \cdot \sqrt{40}$$

$$= 10458.37 \text{ kN} > 1400.75 \text{ kN (OK)}$$

Jadi ,ketebalan shearwall mampu untuk menahan gaya geser.

### Perhitungan Kebutuhan Tulangan Vertikal dan Horizontal

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.9.2.1, mengharuskan bahwa untuk dinding geser struktural, rasio tulangan longitudinal  $\rho_l$  dan rasio tulangan transversal  $\rho_t$  minimum adalah 0,0025, dan spasi maksimum masing masing arah tulangan adalah 450mm. Kecuali jika  $V_u \leq 0,083 \cdot \lambda \cdot A_c \cdot \sqrt{f_c'}$   $\rho_l$  dan  $\rho_t$  dapat direduksi sesuai dalam ketentuan pasal 14.3. maka nilai  $V_u$  adalah :

$$V_u = 0,083 \times 1 \times 350 \times 3600 \times \sqrt{40}$$

$$V_u = 535.44 \text{ kN} < 1400.75 \text{ kN}$$

jadi dipakai  $\rho = 0,0025$ .

### Menentukan Kebutuhan Lapis Tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.9.2.2, Apabila  $V_u$  melebihi  $0,17 \cdot \lambda \cdot A_c \cdot \sqrt{f_c'}$  maka paling sedikit dua tirai tulangan yang harus digunakan. Maka perhitungannya adalah:

$$= 0,17 \cdot \lambda \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f_c'}$$

$$= 0,17 \cdot 1 \cdot 350 \cdot 3600 \cdot \sqrt{40}$$

$$= 1096.68 \text{ kN} < 1400.75 \text{ kN}$$

jadi diperlukan dua layer lapis tulangan.

### Perencanaan Tulangan Longitudinal dan Transversal

Luas minimal tulangan per meter panjang adalah :

$$= 350 \times 1000 = 350000 \text{ mm}^2$$

$$= 0.35 \text{ m}^2$$

Luas minimal kebutuhan tulangan per meter panjang arah longitudinal dan transversal adalah :

$$= 350000 \times 0,0025$$

$$= 8750 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$= 0.875 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

Misal digunakan tulangan D16 karena digunakan 2 lapis tulangan maka :

D	A(mm <sup>2</sup> )	n	As pkai
16	200.96	2	401.92

Maka jumlah pasangan tulangan dan spasi antar tulangan yang diperlukan per 1 meter adalah :

$$n = \frac{750}{402} = 2 \text{ pasang} \quad \text{dan} \quad s_{\max} = \frac{401.92}{0.875} = 535 \text{ mm}$$

Jadi , tulangan yang digunakan adalah **2D16 – 150** mm pada arah horizontal dan vertikal.

### **Perhitungan Kuat Geser Dinding Struktural**

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 21.9.4.1, kuat geser nominal dinding dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$V_n = A_{cv} \cdot (\alpha_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} + \rho_t \cdot f_y)$$

$$\text{dengan : } \alpha_c = 0,25 \text{ untuk } h_w/l_w \leq 1,5$$

$$= 0,17 \text{ untuk } h_w/l_w \geq 2$$

$$= \text{variatif secara linier antara } 0,25 \text{ dan } 0,17 \text{ untuk } h_w/l_w \text{ antara } 1,5 \text{ dan } 2,0$$

$$\frac{hw}{lw} = \frac{\text{tinggi total dinding}}{\text{panjang dinding}} =$$

$$\frac{hw}{lw} = \frac{60000}{3600} = 17.6 > 2$$

$$\text{maka } \alpha_c = 0,17$$

Pada dinding terdapat tulangan transversal dengan konfigurasi **2**

**D16 – 150mm**. Rasio tulangan transversal terpasang adalah:  $\rho_t =$

$$\frac{2 \times 201}{s \times t} = \frac{2 \times 201}{300 \times 300}$$

$$= 0,0045 > 0,0025 \quad \rho_t > \rho_{min} \text{ (OK)}$$

maka kuat geser nominal pada dinding adalah :

$$V_n = A_{cv} \cdot (\alpha_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} + \rho_t \cdot f_y)$$

$$V_n = 1020000 \cdot (0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{40} + 0,0045 \cdot 390)$$

$$V_n = 2873.16 \text{ kN}$$

kuat geser perlu :

$$\phi \cdot V_n = 2873.16 \text{ kN} \times 0,75$$

$$\phi \cdot V_n = 2154.87 \text{ kN} > 1400.75 \text{ kN} \quad \text{(OK)}$$

Jadi, dinding mampu untuk menahan geser.

Namun, pada SNI 03-2847-2013 Pasal 21.9.4.4, membatasi kuat geser nominal maksimum dinding geser dengan :

$$V_{n \max} = 0,83 \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f'c'}$$

$$V_{n \max} = 0,83 \cdot 1020000 \cdot \sqrt{40}$$

$$V_{n \max} = 4283.5 \text{ kN}$$

Maka dari kedua persamaan diatas diambil yang terkecil yaitu **2154.87 kN**

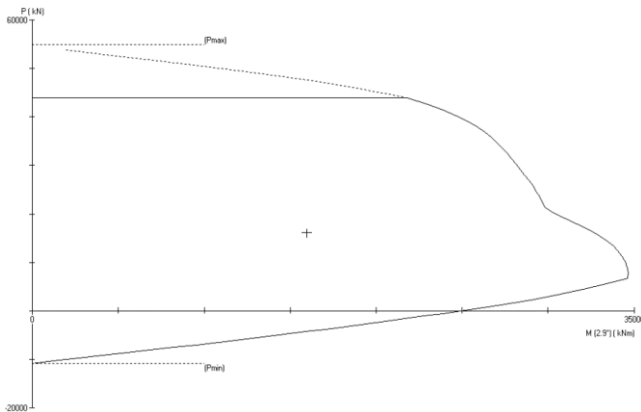


### Perencanaan Dinding terhadap Kombinasi Gaya Aksial dan Lentur

Kuat lentur dinding struktur diperoleh dengan membuat diagram interaksi dengan menggunakan program bantu SPColoumn. Gaya gaya yang dimasukkan adalah gaya yang terdapat pada dinding yakni:

$$P_u = 16139.15 \text{ kN}$$

$$M_u = 15957.61 \text{ kN m}$$



Gambar 8. 18 Diagram Interaksi Shearwall

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa dengan tulangan 2D16-300 mm mampu menahan gaya aksial dan momen yang terjadi.

### Menentukan Keperluan Syarat Komponen Batas Khusus

Komponen batas khusus diperlukan apabila tegangan tekan maksimum akibat kombinasi momen dan gaya aksial terfaktor

yang bekerja pada penampang dinding geser melebihi  $0,2 \cdot f_c'$ .  
jadi Komponen Batas Khusus diperukan bila:

$$\frac{Pu}{Ag} + \frac{Mu \cdot y}{Ig} > 0,2 \cdot f_c'$$

$$\text{dengan : } Ag = (350 \times 3600) + 2 \times (900 \times 600)$$

$$Ag = 2100000 \text{ mm}^2 = 2,1 \text{ m}^2$$

$$Ig = 0,083 \cdot b \cdot h^3$$

$$Ig = 0,083 \cdot 350 \cdot 3400^3$$

$$Ig = 982600000000 \text{ mm}^4 = 0.9826 \text{ m}^4$$

$$y = \frac{\text{Panjang badan}}{2} = \frac{3400}{2}$$

$$y = 1700 \text{ mm} = 1,7 \text{ m}$$

Maka :

$$\frac{16139.15}{2,1} + \frac{15957.61 \cdot 1,7}{0,9826} > 0,2 \cdot 40$$

$$35.3 > 8 \text{ Mpa}$$

jadi, diperlukan *komponen batas khusus* pada dinding struktural

### Menentukan Panjang Komponen Batas Khusus

Komponen Batas Khusus menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 21.9.6.4 harus dipasang secara horisntal dari sisi serat tekan terluar dan tiak kurang dari :

**c -0,1 l/w dan c/2**

dengan nilai c didapat dari hasil analisi SPColoumn

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities:

No.	Pu kN	Mux kNm	Muy kNm	PhiMnx kNm	PhiMny kNm	PhiMn/Mu	NA depth mm	Dt
1	16140.00	15957.00	798.00	32816.32	1641.13	2.057	676	

Gambar 8. 19 hasil control point dari SPColumn

dari gambar diatas didapat nilai **c = 678 mm** dan perhitungan selanjutnya adalah :

$$= c - 0,1 \cdot l_w$$

$$= 676 - (0,1 \cdot 3600) = 316 \text{ mm}$$

$$= c / 2$$

$$= 676 / 2 = 338 \text{ mm}$$

maka dipilih hasil yang terbesar dari perhitungan diatas dan dipilih **338 mm**

tetapi , menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 21.9.6.4(b) untuk Shearwall yang bersayap komponen batas khususnya harus mencakup lebar efektif sayap pada zona tekan dan harus diperpanjang minimum 300 mm ke dalam badan.

Karena dimensi syap adalah 900 mm , dan komponen batas yang dihitung hanya 338 mm maka syarat pasal Pasal 21.9.6.4(b) belum terpenuhi dankomponen batas khususnya adalah:

$$900 + 300 \text{ mm} = 1200 \text{ mm}$$

jad komponen batas khusus yang dipakai adalah **1200mm** dari daerah tekan ke badan.

## Penulangan Confinement untuk Dinding Struktural

### a) Penulangan Longitudinal pada Kompnen Batas Khusus

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, penulangan longitudinal pada komponen batas khusus harus dilakukan pengecekan. Pada komponen batas khusus terdapat 20 D16mm sehingga rasio tulangan yang dibutuhkan adalah:

$$\rho = \frac{20 \times 0,25 \times 3,14 \times 16^2}{(900 \times 600) + (300 + 300)}$$

$$\rho = 0.00638$$

menurut UBC 1997 nilai  $\rho$  minimal adalah 0,005 jadi tulangan di komponen batas khusus sudah memenuhi.

#### b) Penulangan Confinement pada Komponen Batas Khusus

Misalkan digunakan *hoop* berbentuk persegi berdiameter D13 mm maka spasi maksimum hoop ditentukan oleh yang terkecil diantara:

- $0,25 \times \text{panjang sisi terpendek} : 0,25 \times 350 = 875 \text{ mm}$
- $6db = 6 \times 13 \text{ mm} = 78 \text{ mm}$
- nilai  $s_o = 100 + \frac{350 - 0,5 \cdot hx}{3}$

dengan  $hx = 2 \cdot 300 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 13 = 194 \text{ mm}$

maka :

$$s_o = 100 + \frac{350 - 0,5 \cdot 180}{3} = 184.33 \text{ mm}$$

namun,  $s_o$  tidak perlu diambil kurang dari 100mm maka spasi hoop yang digunakan adalah **150 mm**

- Untuk tulangan confinement pada arah sejajar dinding struktur digunaka **D13 – 150 mm**

Karakteristik Inti penampang:

bc = dimensi inti core, diukur dari sumbu ke sumbu  
hoop

$$bc = 300 - 2 \times 40 - (2 \times 13) / 2 = 207 \text{ mm}$$

maka , tulangan confinement yang dibutuhkan adalah :

$$A_{sh} = \frac{0,09 \times s \times bc \times f_{c'}}{f_{yt}}$$

$$A_{sh} = \frac{0,09 \times 150 \times 207 \times 40}{390} = 286.6 \text{ mm}^2$$

apabila digunakan 4kaki D13mm maka  $A_s = 530.06 \text{ mm}^2$

jadi  $A_{sh} < A_s$  pakai.

- Untuk tulangan confinement pada arah tegak lurus dinding struktur digunakan **D13 – 150 mm**

Karakteristik Inti penampang:

bc = dimensi inti core, diukur dari sumbu ke sumbu  
hoop

$$bc = 300 + 2(13/2) = 313 \text{ mm}$$

maka , tulangan confinement yang dibutuhkan adalah :

$$A_{sh} = \frac{0,09 \times s \times bc \times f_{c'}}{f_{yt}}$$

$$A_{sh} = \frac{0,09 \times 150 \times 313 \times 40}{390} = 288.9 \text{ mm}^2$$

apabila digunakan 4kaki D13mm maka  $A_s = 530.06 \text{ mm}^2$

jadi  $A_{sh} < A_s$  pakai.

### Panjang Penyaluran Tulangan

Menurut SNI Beton pasal 03-2847-2013 Pasal 12.2  
mencari panjang ld dengan rumus :

$$ld = \left( \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot f_y}{2,1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot db$$

$$\text{dengaan :} \quad \begin{aligned} \psi_t &= 1 \\ \psi_e &= 1 \end{aligned}$$

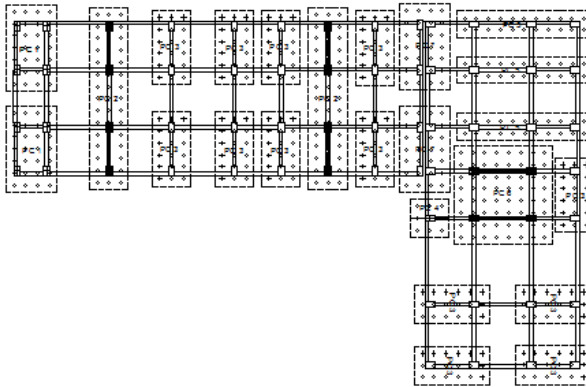
$$\text{Maka : } ld = \left( \frac{1 \cdot 1 \cdot 390}{2,1 \cdot 1 \cdot \sqrt{30}} \right) \cdot 16 \text{ mm} = 469.82 \text{ mm}$$

Maka diambil nilai ld **500** mm

## BAB IX DESAIN STRUKTUR BAWAH

### 9. Umum

Perhitungan struktur pondasi, dimensi dari pile cap dan jumlah tiang pancang dihitung menurut besarnya gaya yang terjadi pada titik yang ditinjau, sehingga akan menghasilkan pondasi yang efisien. Denah pondasi rencana adalah sebagai berikut:



Gambar 9. 1 Denah Rencana Pondasi

### 9.1. Perhitungan Pondasi Perhitungan Daya Dukung Tanah

#### 1. Data Perencanaan :

Apabila diketahui data data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 f_c' &= 35 \text{ MPa} \\
 f_y &= 390 \text{ MPa} \\
 D \text{ tiang pancang} &= 450 \text{ mm} \\
 \text{Luas tiang (A}_p\text{)} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,45\text{m})^2 \\
 &= 0,159 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Keliling penampang tiang ( $A_s$ ) =  $\pi \cdot 0,45m = 1,41 \text{ m}$

Untuk tiang pancang yang dipakai adalah tiang pancang dari produksi **WIKA BETON** dengan diameter 450 mm.

Data tiang pancang adalah sebagai berikut :

D tiang pancang	= 450 mm
Ketebalan dinding	= 80 mm
P ijin bahan	= 134,9 ton

## 2. Daya Dukung Tanah

Berdasarkan buku Desain Pondasi Tahan Gempa karangan Anugrah Pamungkas dan Erny Harianti, perhitungan daya dukung ijin tekan tanah menggunakan data SPT sebagai berikut :

Tabel 9. 1 Tabel daya dukung ijin tekan tanah

Tebal Lapisan	Kedalaman Kumulatif	N SPT	$f_i$	$\Sigma li. f_i$	$Q_s$ (Ton)	20 N	$Q_p$ (Ton)	$Q_u=Q_p+Q_s$ (Ton)	CEK
0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	OK
2.5	2.5	1	1	2.5	0.7069	20	1.06	1.8	OK
2.5	5	1	1	5	1.4137	20	1.06	2.5	OK
2.5	7.5	1	1	7.5	2.1206	20	1.06	3.2	OK
2.5	10	1	1	10	2.8274	20	1.06	3.9	OK
2.5	12.5	4	4	20	5.6549	80	4.24	9.9	OK
2.5	15	4	4	30	8.4823	80	4.24	12.7	OK
2.5	17.5	4	4	40	11.31	80	4.24	15.6	OK
2.5	20	5	5	52.5	14.844	100	5.3	20.1	OK



2.5	22.5	8	8	72.5	20.499	160	8.48	29.0	OK
2.5	25	5	5	85	24.033	100	5.3	29.3	OK
2.5	27.5	9	9	107.5	30.395	180	9.54	39.9	OK
2.5	30	23	12	137.5	38.877	460	24.4	63.3	OK
2.5	32.5	23	12	167.5	47.36	460	24.4	71.7	OK
2.5	35	24	12	197.5	55.842	480	25.4	81.3	OK

Dari perhitungan tabel diatas dapat diketahui jika kedalam tiang pancang maksimal dari data tanah sedalam 35 meter. Dan didapatkan daya dukung ijin tekan tanah  $P$  ijin tanah = 81,3 Ton. Karena  $P$  ijin tanah lebih kecil dari  $P$  ijin bahan maka daya dukung ijin tekan tiang = 134,9 Ton dan tiang pancang mampu menenbus tanah.

### Perhitungan Pondasi Tipe PC 3

#### 1. Perencanaan Dimensi Poer

Pada perencanaan pondasi tiang pancang dalam menghitung jarak antar tiang pancang ( $S$ ) menurut buku “Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa – Jilid 2 (Karl Terzaghi dan ralph B.Peck)” menyebutkan bahwa :

- Perhitungan jarak antar tiang pancang ( $S$ )
  - $S \geq 3 D$
  - $S \geq 3 \cdot 45 \text{ cm}$
  - $S \geq 112,5 \text{ cm}$
  - Maka yang digunakan adalah dengan jarak  $S = 135 \text{ cm}$
- Perhitungan jarak antar tiang pancang ke tepi poer ( $S'$ )
  - $S' \geq 1,5 D$
  - $S' \geq 1,5 \cdot 45 \text{ cm}$
  - $S' \geq 68 \text{ cm}$

Maka yang digunakan adalah dengan jarak  $S' = 70 \text{ cm}$

Sehingga total lebar poer yang direncanakan adalah

$$B_{\text{poer}} = 2.S' + 2.S = 2 \cdot 70 + 2 \cdot 135 = 3.70 \text{ meter}$$

$$L_{\text{poer}} = 2.S' + 3.S = 2 \cdot 70 + 6 \cdot 135 = 8,1 \text{ meter}$$

- Kedalaman

Kedalaman rencana dari poer adalah dicoba 1 meter.

## 2. Gaya yang terjadi pada pondasi

Dari program bantu SAP 2000 v.14 diketahui gaya gaya yang terjadi pada joint 6308 dan 6299 adalah sebagai berikut:

### • Joint 6308 :

- Akibat Beban Tetap (1DL + 1 LL)

$$P = 329153.6 \text{ kg}$$

$$M_x = 302.95 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 536.83 \text{ kg.m}$$

- Akibat Beban Sementara (1,2DL + 1LL + 1Ex)

$$P = 407784.36 \text{ kg}$$

$$M_x = 11853.13 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 28903.87 \text{ kg.m}$$

- Akibat BEban Sementara (1,2DL + 1LL + 1Ey)

$$P = 405109.75 \text{ kg}$$

$$M_x = 21819.63 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 15651.01 \text{ kg.m}$$

### • Joint 6299 :

- Akibat Beban Tetap (1DL + 1 LL)

$$P = 264253.2 \text{ kg}$$

$$M_x = 670.25 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 509.5 \text{ kg.m}$$

- Akibat Beban Sementara (1,2DL + 1LL + 1Ex)

$$P = 380256.72 \text{ kg}$$

$$M_x = 11105.78 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 28635.21 \text{ kg.m}$$

- Akibat BEban Sementara (1,2DL + 1LL + 1Ey)

$$P = 430199.08 \text{ kg}$$

$$M_x = 20807.64 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 15544.1 \text{ kg.m}$$

### Perhitungan Eksentrisitas

- o Eksentrisitas Akibat Beban Tetap (1D + 1L)

Jarak Antar Kolom = 4.5 m

$$P_1 = 329153.6 \text{ kg}$$

$$P_2 = 264253.2 \text{ kg} \text{ maka } P_1 > P_2$$

perhitungan eksentrisitas arah x adalah :

$$x = \frac{264253 \times 4,5}{593407} = 2$$

$$e = \frac{4,5}{2} - 2 = 0,246 \text{ m}$$

maka berdasarkan hasil perhitungan ekstrisitas diatas didapat gaya akhir yaitu :

Tabel 9. 2 Kombinasi akibat kombinasi 1D + 1L

Beban Tetap			
Komb : 1D + 1L			
P	=	593406.8	kg
Mx	=	146999.1	kg.m
My	=	1046.33	kg.m

- Eksentrisitas Akibat Beban Sementara (1,2D + 1L + 1Ex)

Jarak Antar Kolom = 4.5 m

P1 = 407784 kg

P2 = 380257 kg maka  $P1 > P2$

perhitungan eksentrisitas arah x adalah :

$$x = \frac{380257 \times 4,5}{788041} = 2,17$$

$$e = \frac{4,5}{2} - 2,17 = 0,08 \text{ m}$$

maka berdasarkan hasil perhitungan ekstrisitas diatas didapat gaya akhir yaitu :

Tabel 9. 3 Kombinasi akibat kombinasi 1,2D + 1L + 1Ex

Beban Sementara			
Komb : 1,2D + 1L +Ey			
P	=	788041.08	kg
Mx	=	84896.1	kg.m
My	=	57539.08	kg.m

- Eksentrisitas Akibat Beban Sementara (1,2D + 1L + 1Ey)

Jarak Antar Kolom = 4.5 m

P1 = 405110 kg

P2 = 430199 kg maka  $P1 < P2$

perhitungan eksentrisitas arah x adalah :

$$x = \frac{305110 \times 4,5}{835309} = 2,18$$

$$e = \frac{4,5}{2} - 2,18 = 0,07 \text{ m}$$

maka berdasarkan hasil perhitungan ekstrisitas diatas didapat gaya akhir yaitu :

Beban Sementara			
Komb : 1,2D + 1L +Ex			
P	=	835308,83	Kg
Mx	=	99078.263	kg.m
My	=	31195.11	kg.m

Tabel 9. 4 Kombinasi 1,2D + 1L + 1Ex

### Menghitung Kebutuhan Tiang Pancang

untuk mencari jumlah tiang pancang adalah sebagai berikut :

$$NTP = \frac{Pu \ 1D+1L}{Q \ ijin \ Tanah} = \frac{627861.2}{81288,7} = 8 \text{ (tiang minimum )}$$

dengan Pu 1D + 1L adalah beban setelah ditambah beban sendiri pile cap. Untuk tiang yang igunakan dalam perencanaan ini adalah berjumlah **18 tiang**.

### 3. Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang Pancang

Perhitungan efisiensi kelompok tiang berdasarkan rumus Converse-Labbarre dari Uniform Building Code AASHTO adalah :

$$\text{Efisiensi } (\eta) = 1 - \arctan \frac{D}{S} \left[ \frac{(n-1).m+(m-1).n}{90 . m . n} \right]$$

Dimana :

m = banyaknya tiang dalam kolom = 7

n = banyaknya tiang dalam baris = 3

D = diameter tiang pancang = 0,45 m

S = jarak antar sumbu as tiang pancang = 1,15 m

Sehingga :

$$\eta = 1 - \arctan \frac{0,45 \text{ m}}{1,15 \text{ m}} \left[ \frac{(3-1).7 + (3-1).7}{90 \cdot 2 \cdot 2} \right]$$

$$= 0,66$$

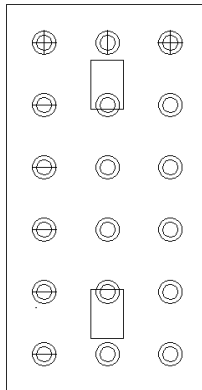
Maka berdasarkan perhitungan diatas daya dukung kelompok tiang adalah :

=  $\eta$  . Jumlah tiang . daya dukung tiang

= 0,66 . 12 . 81,3

= 647.33 Ton > Pu = 627.8 Ton dari Beban Tetap (OK)

#### 4. Perhitungan Daya Dukung Tiang dalam Kelompok



Gambar 9. 2 Pondasi Tipe PC 3

Untuk perhitungan daya dukung tiang kelompok akan dihitung berdasarkan beban pling maksimal dan rumusnya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum P}{n} \pm \frac{My \cdot x \max}{ny \cdot \sum x^2} \pm \frac{Mx \cdot y \max}{nx \cdot \sum y^2}$$

untuk perhitungannya adalah :

a. Perhitungan akibat beban kombinasi 1D + 1L :

Tabel 9. 5 Perhitungan Eksentrisitas Akibat 1D + 1L

No	x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
1	1.15	3.20	1.32	10.27
2	1.15	2.05	1.32	4.22
3	1.15	0.90	1.32	0.82
4	1.15	-0.90	1.32	0.82
5	1.15	-2.05	1.32	4.22
6	1.15	-3.20	1.32	10.27
7	0.00	3.20	0.00	10.27
8	0.00	2.05	0.00	4.22
9	0.00	0.90	0.00	0.82
10	0.00	-0.90	0.00	0.82
11	0.00	-2.05	0.00	4.22

12	0.00	-3.20	0.00	10.27
13	-1.15	3.20	1.32	10.27
14	-1.15	2.05	1.32	4.22
15	-1.15	0.90	1.32	0.82
16	-1.15	-0.90	1.32	0.82
17	-1.15	-2.05	1.32	4.22
18	-1.15	-3.20	1.32	10.27
$\Sigma$			15.9	91.8

dari tabel diatas maka :

$$P_{\text{tiang max}} = \frac{425262,8 \text{ kg}}{4} + \frac{55802,1 \text{ kg.m} \cdot 0,68 \text{ m}}{4 \cdot 2,65} + \frac{146999,1 \text{ kg.m} \cdot 3,12 \text{ m}}{3 \cdot 32,61}$$

$$= 54197,8 \text{ kg}$$

$$= 54,1978 \text{ Ton} < 81 \text{ Ton (OK)}$$

$$P_{\text{tiang min}} = \frac{425262,8 \text{ kg}}{4} - \frac{55802,1 \text{ kg.m} \cdot 0,68 \text{ m}}{4 \cdot 2,65} - \frac{146999,1 \text{ kg.m} \cdot 3,12 \text{ m}}{3 \cdot 32,61}$$

$$= 49867,8 \text{ kg}$$

$$= 49,9 \text{ Ton} < 81 \text{ Ton (OK)}$$



b. Perhitungan akibat beban kombinasi 1,2D + 1L + 1Ex

Tabel 9. 6 Perhitungan Eksentrisitas Akibat 1,2D + 1L + 1X

No	x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
1	0.07	3.80	0.00	14.47
2	0.07	2.45	0.00	6.02
3	0.07	1.28	0.00	1.64
4	0.07	-1.28	0.00	1.64
5	0.07	-2.63	0.00	6.92
6	0.07	-3.98	0.00	15.84
7	0.00	3.80	0.00	14.47
8	0.00	2.45	0.00	6.02
9	0.00	1.28	0.00	1.64
10	0.00	-1.28	0.00	1.64
11	0.00	-2.63	0.00	6.92
12	0.00	-3.98	0.00	15.84
13	-0.07	3.80	0.00	14.47
14	-0.07	2.45	0.00	6.02
15	-0.07	1.28	0.00	1.64
16	-0.07	-1.28	0.00	1.64
17	-0.07	-2.63	0.00	6.92
18	-0.07	-3.98	0.00	15.84
$\Sigma$			0.1	139.6

$$\begin{aligned}
 P_{\text{tiang max}} &= \frac{788041,08 \text{ kg}}{12} + \frac{57539,08 \text{ kg.m} \cdot 0,58 \text{ m}}{4 \cdot 2,65} \\
 &\quad + \frac{84896,1 \text{ kg.m} \cdot 2,95 \text{ m}}{3 \cdot 33,71} \\
 &= 71276.6 \text{ kg} \\
 &= 71.3 \text{ Ton} < 81 \text{ Ton (OK)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{tiangmin}} &= \frac{788041,08 \text{ kg}}{12} - \frac{57539,08 \text{ kg.m} \cdot 0,58 \text{ m}}{4 \cdot 2,65} \\
 &\quad - \frac{84896,1 \text{ kg.m} \cdot 2,95 \text{ m}}{3 \cdot 33,71} \\
 &= 67567.6 \text{ kg} \\
 &= 67.6 \text{ Ton} < 81 \text{ Ton (OK)}
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan akibat kombinasi beban 1,2D+1L+1Ey

Tabel 9. 7 kombinasi beban 1,2D+1L+1Ey

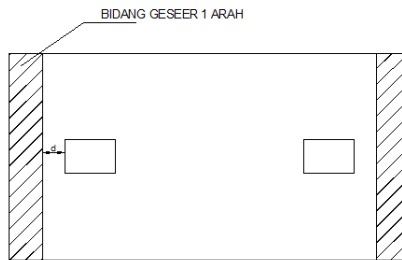
No	x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
1	0.08	3.20	0.00	10.27
2	0.08	2.05	0.00	4.22
3	0.08	1.08	0.00	1.17
4	0.08	-1.08	0.00	1.17
5	0.08	-2.23	0.00	4.97
6	0.08	-3.38	0.00	11.42
7	0.00	3.20	0.00	10.27
8	0.00	2.05	0.00	4.22
9	0.00	1.08	0.00	1.17

10	0.00	-1.08	0.00	1.17
11	0.00	-2.23	0.00	4.97
12	0.00	-3.38	0.00	11.42
13	-0.08	3.20	0.00	10.27
14	-0.08	2.05	0.00	4.22
15	-0.08	1.08	0.00	1.17
16	-0.08	-1.08	0.00	1.17
17	-0.08	-2.23	0.00	4.97
18	-0.08	-3.38	0.00	11.42
$\Sigma$			0.1	99.6

$$\begin{aligned}
 P \text{ tiangmax} &= \frac{835308.83 \text{ kg}}{12} + \frac{31195,11 \text{ kg.m} \cdot 0,58 \text{ m}}{4 \cdot 2,65} \\
 &+ \frac{99078,23 \text{ kg.m} \cdot 2,94 \text{ m}}{3 \cdot 35,04} \\
 &= 74077.65 \text{ kg} \\
 &= 74.1 \text{ Ton} < 81 \text{ Ton (OK)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P \text{ tiangmax} &= \frac{835308.83 \text{ kg}}{12} - \frac{31195,11 \text{ kg.m} \cdot 0,58 \text{ m}}{4 \cdot 2,65} - \\
 &\frac{99078,23 \text{ kg.m} \cdot 2,94 \text{ m}}{3 \cdot 35,04} \\
 &= 70653 \text{ kg} \\
 &= 70.6 \text{ Ton} < 81 \text{ Ton (OK)}
 \end{aligned}$$

5. Cek Perhitungan Geser Satu Arah pada Poer Akibat Kolom



Gambar 9. 3 Bidang Kritis Geser Satu Arah Akibat Kolom

Apabila digunakan tulangan D22 untuk tulangan lentur :

$$d = t_{\text{poer}} - \text{tebal thickness -D tulangan poer} - D \text{ tulangan poer}/2$$

$$d = 1000 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 22 \text{ mm} - 22 \text{ mm}/2$$

$$= 917 \text{ mm}$$

Didapatkan dari program bantu SAP 2000 v.14 beban terpusat terbesar kolom akibat beban terfaktor  $(1,2DL + 1 LL + 1Ey)$  adalah

$$P_u = 869763.23 \text{ kg}$$

$$Q_u = \frac{P_u}{B.L} = \frac{869763.23 \text{ kg}}{3,7 \text{ meter} \times 4,85 \text{ meter}} = 48468 \text{ kg/m}^2$$

$$= 48.5 \text{ Ton/m}^2$$

Gaya geser yang terjadi pada poer

$G'$  = Daerah pembebanan yang diperhitungkan untuk geser penulangan satu arah

$$G' = L_{\text{poer}} - (L_{\text{poer}}/2 + b_{\text{kolom}}/2 + d)$$

$$G' = 8150 \text{ mm} - \left( \frac{4850 \text{ mm}}{2} + \frac{600 \text{ mm}}{2} + 517 \text{ mm} \right)$$

$$G' = 1408 \text{ mm}$$

$$V_u = Q_u \cdot L \cdot G'$$

$$V_u = 48468 \text{ Ton/m}^2 \cdot 3,7 \text{ m} \cdot 1,408 \text{ m}$$

$$V_u = 252.5 \text{ Ton}$$

Gaya geser yang mampu dipikul oleh beton,  $V_c$

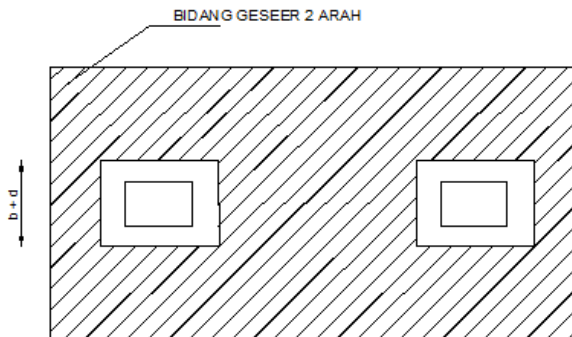
$$V_c = 0,17 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_{\text{poer}} \cdot d$$

$$= 0,17 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot 4850 \text{ mm} \cdot 717 \text{ mm}$$

$$V_c = 2615794,7 \text{ N}$$

$$V_c = 261.6 \text{ Ton} > V_u = 252.5 \text{ Ton (OK)}$$

6. Cek Perhitungan Geser Dua Arah pada Poer Akibat Kolom dan Tiang Pancang



Gambar 9. 4 Bidang Kritis Geser Dua Arah Akibat Kolom

Menghitung gaya geser dua arah yang terjadi pada poer,  $V_u$  :

$$\begin{aligned} A_t &= (B_{\text{poer}} \cdot L_{\text{poer}}) - (b_{\text{kolom}} + d) (h_{\text{kolom}} + d) \\ &= (3700 \times 8100 \text{ mm})^2 - (600 \text{ mm} + 717 \text{ mm})^2 \\ &= 16200000 \text{ mm}^2 = 16.2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_u &= Q_u \cdot A_t \\ &= 48.47 \text{ Ton/m}^2 \cdot 16.2 \text{ m}^2 \\ &= 785.69 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.11.2.1 (a), (b), dan (c), untuk memenuhi persamaan berikut dengan mengambil nilai  $V_c$  terbesar :

- $V_c = 0,17 \cdot \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot b_o \cdot d$

Dimana

$\beta$  = rasio sisi panjang kolom terhadap sisi pendek kolom

$$= 900 \text{ mm} / 600 \text{ mm} = 1,5$$

$b_o$  = keliling penampang kritis

$$= 2 (b_{\text{kolom}} + h_{\text{kolom}}) + 4 \cdot d$$

$$= 2 (600 \text{ mm} + 900 \text{ mm}) + 4 \cdot 717 \text{ mm}$$

$$= 5868 \text{ mm}$$

$\lambda$  = 1 (untuk beton)

$$V_c = 0,17 \cdot \left(1 + \frac{2}{1,5}\right) \cdot 1 \cdot \sqrt{30 \text{ MPa}} \cdot 5868 \text{ mm} \cdot 717 \text{ mm}$$

$$= 9873451 \text{ N} = 987.3 \text{ Ton}$$

- $V_c = 0,083 \cdot \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot b_o \cdot d$

Dimana

$\alpha_s$  = 40 (untuk kolom tengah)

$\alpha_s$  = 30 (untuk kolom tepi)

$\alpha_s = 20$  (untuk kolom sudut)

$$V_c = 0,083 \cdot \left( \frac{40 \times 717 \text{ mm}}{5868 \text{ mm}} + 2 \right) \cdot 1 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot 5868 \text{ mm} \cdot 717 \text{ mm}$$

$$V_c = 14229334.84 \text{ N} = 1422.9 \text{ Ton}$$

- $V_c = 0,33 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$

$$V_c = 0,33 \cdot 1 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot 5868 \text{ mm} \cdot 717 \text{ mm}$$

$$V_c = 8214048 \text{ N} = 821 \text{ Ton}$$

Dari ketiga persamaan diatas yang digunakan adalah nilai  $V_c$  yang terkecil,  $V_c = 510,97 \text{ Ton}$

$$V_u = 785.7 \text{ Ton} < V_c = 821.4 \text{ Ton} \text{ (OK)}$$

## 7. Perencanaan Tulangan Lentur Poer

Pada perencanaan tulangan lentur pada poer, nantinya poer diasumsikan sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada kolom yang dibebani oleh reaksi tiang pancang dan berat sendiri pile cap

### a. Data Perencanaan

$$B \text{ poer} = 8150 \text{ mm}$$

$$L \text{ poer} = 3700 \text{ mm}$$

$$h \text{ poer} = 800 \text{ mm}$$

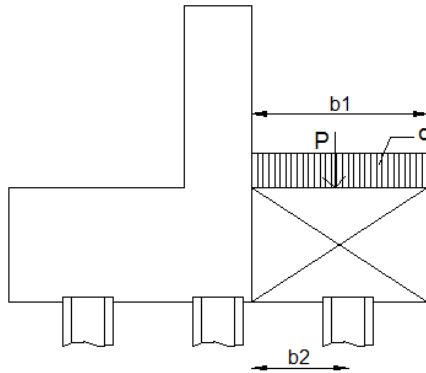
$$\text{selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$D \text{ tulangan lentur} = 22 \text{ mm}$$

$$d_x = 800 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - \frac{22 \text{ mm}}{2} = 739 \text{ mm}$$

$$d_y = 800 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 22 - \frac{22 \text{ mm}}{2} = 717 \text{ mm}$$

### b. Penulangan Poer Arah X



Gambar 9. 5 Bidang Kritis Geser Dua Arah Akibat Tiang Pancang

Diketahui nilai untuk jarak-jarak sebagai berikut :

$$b_1 = \text{jarak dari ujung poer ke inti kolom} \\ = 3,70 \text{ m} - (0,5 \cdot 3,70 \text{ m} + 0,5 \cdot 0,9 \text{ m}) = 1,4 \text{ m}$$

$$b_2 = \text{jarak dari as tiang pancang ke as kolom} \\ = \frac{S}{2} = \frac{1,15 \text{ m}}{2} = 0,575 \text{ m}$$

$$Q_u = \text{berat poer pada daerah yang ditinjau} \\ = 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot L_{\text{poer}} \cdot h_{\text{poer}} \\ = 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 3,70 \text{ m} \cdot 0,8 \text{ m} \\ = 7104 \text{ kg/m}$$

Gaya maksimum yang terjadi pada satu tiang pancang

$$P_u = 74077.65 \text{ kg}$$

Momen yang terjadi pada poer

$$M_u = -M_q + M_p \\ = - (0,5 \cdot Q_u \cdot b_1^2) + (P_u \cdot b_2) \\ = - (0,5 \cdot 7104 \text{ kg/m} \cdot 1,4 \text{ m}^2) + (74077.65 \text{ kg} \cdot 0,575 \text{ m}) \\ = 438609 \text{ kg.m} = 4386090000 \text{ N.mm}$$



$$\begin{aligned}
M_n &= \frac{Mu}{\phi} = \frac{4386090000 \text{ N.mm}}{0,9} = 5540100000 \text{ N.mm} \\
R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5540100000 \text{ N.mm}}{1000 \text{ mm} \cdot (739 \text{ mm})^2} \\
&= 2.41 \text{ N/mm}^2 \\
m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \cdot 35 \text{ MPa}} = 13,1 \\
\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
&= \frac{1}{13,1} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1631 \cdot 2.41 \text{ N/mm}^2}{390 \text{ MPa}}} \right) \\
&= 0.0060 \\
\rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,0035 \\
\rho_b &= \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \frac{600}{(600 + f_y)} \\
\rho_b &= \frac{0,85 \cdot 0,80 \cdot 30}{390} \cdot \frac{600}{(600 + 390)} \\
\rho_b &= 0,033 \\
\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,03 = 0,02
\end{aligned}$$

maka :

$\rho$  pakai adalah 0,02

$$\begin{aligned}
\text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\
&= 0,006 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 539 \text{ mm} \\
&= 4617 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

**Direncanakan menggunakan D22-200 mm**

$$\begin{aligned}
\text{As pakai} &= \frac{\text{luas tulangan} \cdot B}{\text{jarak sengkang}} \\
&= \frac{0,25 \pi \cdot (22 \text{ mm})^2 \cdot 3700 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} \\
\text{As pakai} &= 7028 \text{ mm}^2 \\
a &= \frac{As \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \\
&= \frac{7028 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa} \cdot 3700 \text{ mm}}
\end{aligned}$$

$$= 125 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi A_s f_y (d - 0,5 a) \\ &= 0,9 \cdot 7028 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ Mpa} (739 \text{ mm} - 0,5 \cdot 125 \text{ mm}) \\ &= 808039 \cdot 10^4 \text{ N.mm} \\ &= 808039 \text{ kg.m} > M_u = 438609 \text{ kg.m (OK)}\end{aligned}$$

Untuk tulangan tekan bagian atas, bisa diberikan sebesar 20% tulangan utama.

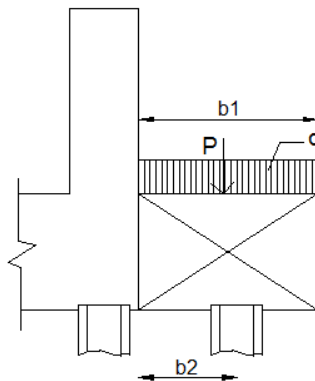
Tulangan Utama D22 – 200 mm  $\rightarrow A_s = 9213,5 \text{ mm}^2$

Bila dipasang tulangan atas **D 16 – 200 mm**

$$\begin{aligned}A_s' \text{ pakai} &= \frac{\text{luas tulangan} \cdot L}{\text{jarak sengkang}} \\ &= \frac{0,25 \pi \cdot (16 \text{ mm})^2 \cdot 3800 \text{ mm}}{200 \text{ mm}}\end{aligned}$$

$$A_s' \text{ pakai} = 3812 \text{ mm}^2 > 20\% A_s = 1842 \text{ mm}^2$$

### c. Penulangan Poer Arah Y



Gambar 9. 6 Mekanika Gaya pada Poer Arah Y

Diketahui nilai untuk jarak-jarak sebagai berikut :

$b_1$  = jarak dari ujung poer ke tepi kolom

$$\begin{aligned}
 &= 8,1 \text{ m} - (0,5 \cdot 8,1 \text{ m} + 0,5 \cdot 0,9 \text{ m}) = 1,75 \text{ m} \\
 b_2 &= \text{jarak dari as tiang pancang ke as kolom} \\
 &= \frac{S}{2} = \frac{1,15 \text{ m}}{2} = 0,575 \text{ m} \\
 Q_u &= \text{berat poer pada daerah yang ditinjau} \\
 &= 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot L_{\text{poer}} \cdot h_{\text{poer}} \\
 &= 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 8,10 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \\
 &= 17320 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Gaya maksimum yang terjadi pada satu tiang pancang

$$P_u = 74077.65 \text{ kg}$$

Momen yang terjadi pada poer

$$\begin{aligned}
 M_u &= -M_q + M_p \\
 &= - (0,5 \cdot Q_u \cdot b_1^2) + (P_u \cdot b_2) \\
 &= - (0,5 \cdot 17320 \text{ kg/m} \cdot 1,75^2) + (74077.65 \text{ kg} \cdot 0,575 \text{ m}) \\
 &= 56853,65 \text{ kg.m} = 568536500 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{568536500 \text{ N.mm}}{0,9} = 631707208 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{631707208 \text{ N.mm}}{1000 \text{ mm} \cdot (739 \text{ mm})^2} = 1,12 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{410 \text{ MPa}}{0,85 \cdot 35 \text{ MPa}} = 13,1$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{13,1} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,1 \cdot 1,12 \text{ N/mm}^2}{390 \text{ MPa}}} \right) \\
 &= 0,0074
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \frac{600}{(600 + f_y)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 0,80 \cdot 30}{390} \cdot \frac{600}{(600 + 410)}$$

$$\rho_b = 0,033$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,03 = 0,02$$

maka :

$\rho$  pakai adalah 0,02

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0074 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 739 \text{ mm} \\ &= 5468,6 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

**Direncanakan menggunakan D22-200 mm**

$$\begin{aligned}\text{As pakai} &= \frac{\text{luas tulangan} \cdot B}{\text{jarak sengkang}} \\ &= \frac{0,25 \pi \cdot (22 \text{ mm})^2 \cdot 4850 \text{ mm}}{200 \text{ mm}}\end{aligned}$$

$$\text{As pakai} = 9213,5 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}a &= \frac{As \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \\ &= \frac{9213,5 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa} \cdot 4850 \text{ mm}} \\ &= 24 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi \text{ Mn} &= \phi As \cdot f_y \cdot (d - 0,5 a) \\ &= 0,9 \cdot 9213,5 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ Mpa} (739 \text{ mm} - 0,5 \cdot 24 \text{ mm}) \\ &= 480564,4 \cdot 10^4 \text{ N.mm} \\ &= 480564,4 \text{ kg.m} > \text{Mu} = 471768,9 \text{ kg.m (OK)}\end{aligned}$$

Untuk tulangan tekan bagian atas, bias diberikan sebesar 20% tulangan utama.

Tulangan Utama D22 – 200 mm  $\rightarrow$  As = 9213,5 mm<sup>2</sup>

Bila dipasang tulangan atas **D 16 – 200 mm**

$$\begin{aligned}\text{As' pakai} &= \frac{\text{luas tulangan} \cdot L}{\text{jarak sengkang}} \\ &= \frac{0,25 \pi \cdot (16 \text{ mm})^2 \cdot 3800 \text{ mm}}{200 \text{ mm}}\end{aligned}$$

$$\text{As' pakai} = 3812 \text{ mm}^2 > 20\% \text{ As} = 1842 \text{ mm}^2$$

## 8. Panjang Penyaluran Tulangan Pasak

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.2 untuk Panjang penyaluran tekan diambil dari yang terbesar diantara :

- $L_{dc1} = \frac{0,24 \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} = \frac{0,24 \cdot 390 \text{ MPa}}{1 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}}} = 348 \text{ mm}$
- $L_{dc2} = 0,043 \cdot d_b \cdot f_y$   
 $= 0,043 \cdot 22 \text{ mm} \cdot 390 \text{ MPa} = 368 \text{ mm}$

$L_{dc}$  yang digunakan adalah  $368 \text{ mm} \approx 400 \text{ mm}$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2 untuk Panjang penyaluran Tarik diambil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_d &= \left( \frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot d_b \\ &= \left( \frac{390 \text{ MPa} \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{35}} \right) \cdot 22 \\ &= 853,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

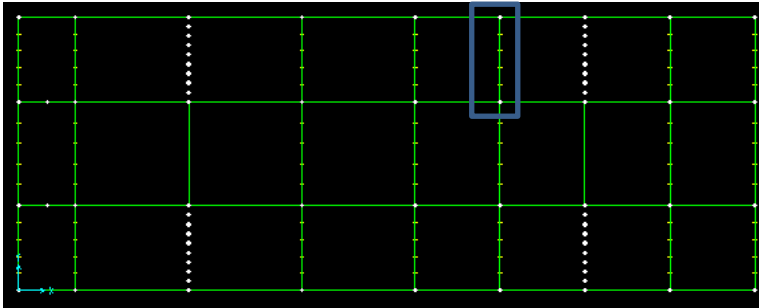
Maka Panjang penyaluran tarik yang digunakan adalah 900 mm

## 9.2. Balok Sloof

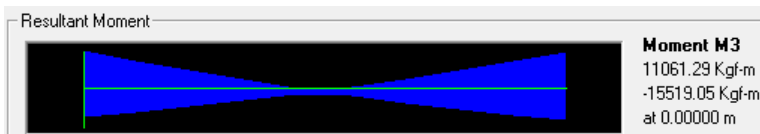
Fungsi dari balok sloof adalah untuk menahan gaya aksial, lentur serta geser, gaya aksial .Berdasarkan pedoman Perancangan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung 1987 Pasal 2.2.8, untuk pondasi setempat dari suatu Gedung harus saling berhubungan dalam 2 arah (umumnya saling tegak lurus) oleh unsur penghubung yang direncanakan terhadap gaya aksial Tarik dan tekan sebesar 10% dari beban vertikal.

Gaya aksial 10% dari kolom bekerja bersamaan dengan gaya momen pada sloof. Gaya aksial 10% ini bekerja bolak-balik sebagai gaya normal pada balok sloof sehingga perhitungannya dapat dilakukan seperti perhitungan kolom.

Pada perhitungan penulangan balok sloof, akan ditinjau salah satu dari balok sloof dengan program bantu SAP 2000 yang mana untuk seluruh sloof memiliki dimensi 40 / 60 cm



Gambar 9. 7 Balok Sloof yang Ditinjau



Gambar 9. 8 Momen yang Terjadi pada Sloof

#### 1. Data Perencanaan

Beban aksial terfaktor pada kolom 1 = 28165 Kg

Beban aksial terfaktor pada kolom 2 = 28410 Kg

Momen Sloof = 15519 kg.m

Dimensi sloof = 400 mm x 600 mm

Panjang bentang = 4500 mm

$f_c'$  = 35 MPa

Diameter tulangan = 22 mm,  $f_y$  = 390 Mpa

Diameter sengkang = 12 mm,  $f_y$  = 390 Mpa

Selimut beton (ts) = 40 mm

$$d = 600 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 12 \text{ mm} - 22 \text{ mm}/2$$

$$= 537 \text{ mm}$$

## 2. Penulangan Lentur Balok Sloof

$$M_n = \frac{Mu}{\phi}$$

$$M_n = \frac{15519}{0,9} = 17243.33 \text{ kg.m} = 172433333.3 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{172433333.3}{400 \cdot 537} = 1.49$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{390}{0,85 \cdot 35} = 15,3$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{390} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot fc' \cdot \beta_1}{fy} \cdot \left( \frac{600}{600 + fy} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,8}{390} \cdot \left( \frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_b = 0,033$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,033 = 0,022$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{\frac{1 - (2 \cdot m \cdot R_n)}{fy}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{16,1} \left( 1 - \sqrt{\frac{1 - (2 \cdot 16,1 \cdot 1,76)}{410}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = 0,00395$$

Cek

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,003 < 0,00395 < 0,02$$

Maka dipakai  $\rho = 0,004$

$$A_{s_{perlu}} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_{s_{perlu}} = 0,00395 \cdot 400 \text{ mm} \cdot 537 \text{ mm} = 849.01 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan 4 D 22  $\rightarrow$  As pakai = 1520.5 mm<sup>2</sup>

Kontrol :

- Cek jarak antar tulangan:

$$s = \frac{b-2t-2.sengkan-g-n \cdot D \text{ lentur}}{(n-1)}$$

$$s = \frac{400-2 \cdot 40-2 \cdot 12-4 \cdot 22}{(3-1)}$$

$$s = 104 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OK)}$$

- Kemampuan Penampang

$$As \text{ (aktual)} = 1520.5 \text{ mm}^2$$

$$d \text{ (aktual)} = 537 \text{ mm}$$

$$a = \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1520.5 \cdot 390}{0.85 \cdot 30 \cdot 400} = 58.1 \text{ mm}$$

$$\phi M_n = 0.9 \cdot As \cdot f_c' \cdot (d-a/2)$$

$$\phi M_n = 0.9 \cdot 1520.5 \cdot 35 (537 - 58,1/2)$$

$$\phi M_n = 271086003 \text{ N.mm}$$

$$\phi M_n = 271.09 \text{ kN.m} > M_u = 155 \text{ kN.m (OK)}$$

Perhitungan berdasar beban aksial terfaktor dan momen terfaktor yang bekerja pada sloof (nilai maksimum dari 2 kolom di ujung sloof) :

$$P_u = 447077 \text{ kg}$$

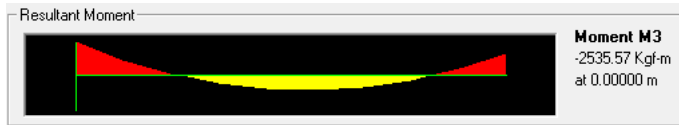
P yang diterima sloof sebesar 10%

$$P = 0,1 \cdot 447077 \text{ kg}$$

$$= 44707.7 \text{ kg}$$

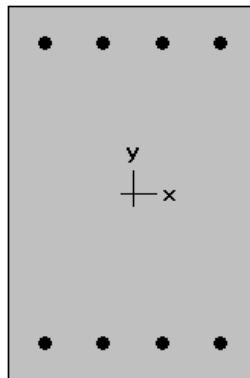
Sedangkan untuk momennya bdiambil dari program bantu SAP 2000 kombinasi 1,4D yang sebesar 2535,6 Kg m:





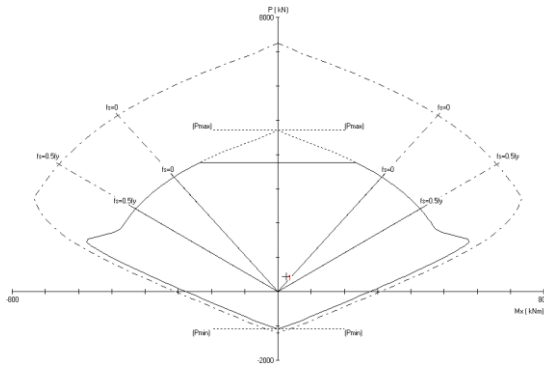
Gambar 9. 9 Momen pada Sloof

dari data data diatas seperti momen dan  $P_u$  , akan dilakukan perhitungan tulangan lentur dilakukan dengan bantuan pcaCol. dari hasil analisis SPC COL didapat tulangan yang dipakai adalah 8 D 22 ( $A_s = 3041 \text{ mm}^2$ )



**400 × 600 mm**  
**1.29% reinf.**

Gambar 9. 10 Analisis Penulangan Balok sloof dengan SP Coloumn



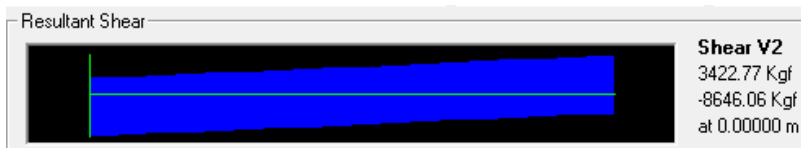
Gambar 9. 11 Diagram Interaksi P-M pada Program SP Coloumn

Dari analisa diagram interaksi pcaCOL menunjukkan bahwa tulangan 8 D 25 mampu menahan gaya aksial dan momen pada balok sloof.

### 3. Tulangan Geser

Analisis gaya geser pada sloof didapat dari analisis SAP 2000 yang mana diambil yang terbesar, untuk gaya gesernya adalah :

$$V_u = 8846 \text{ kg} = 84640$$



Gambar 9. 12 Gaya Geser Sloof

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.2.1.2 penentuan kekuatan geser beton yang terbebani aksial tekan ditentukan dengan perumusan berikut :

$$A_g = 400 \text{ mm} \cdot 600 \text{ mm} = 240000 \text{ mm}^2$$

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{P_u}{14 A_g} \right) \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{447077 \text{ N}}{14 \cdot 240000 \text{ mm}^2} \right) \cdot 1 \cdot \sqrt{30 \text{ Mpa}} \cdot 400 \text{ mm} \cdot 537 \text{ mm}$$

$$V_c = 222175 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 222175 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 166631,6 \text{ N} > V_u = 24916,5 \text{ N (OK)}$$

karena  $\phi V_c > V_u$  maka dipasang tulangan geser maksimum berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.12.3 dengan jarak antara tulangan transversal pada sloof tidak boleh melebihi dari :

- $\frac{d}{2} = \frac{537 \text{ mm}}{2} = 268,5 \text{ mm}$
- 300 mm

Jadi dipasang tulangan sengkang sloof **Ø 12 – 150 mm** dengan 2 kaki

#### 4. Perhitungan Panjang Penyaluran Tulangan

##### a. Panjang Penyaluran Tarik

Dalam SNI 03 – 2847 - 2013 Pasal 12.2.1 disebutkan bahwa Panjang penyaluran untuk batang tulangan ulir dan kawat ulir dalam kondisi Tarik,  $l_d$  , ditentukan dengan persamaan dibawah ini dan tidak boleh kurang dari 300 mm

$$d = 537 \text{ mm}$$

$$\psi_t = 1$$

$$\psi_e = 1$$

$$\begin{aligned}
 \lambda &= 1 \\
 ld &= \left( \frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_{c'}}} \right) \cdot db \\
 &= \left( \frac{390 \text{ MPa} \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30 \text{ MPa}}} \right) \cdot 22 \text{ mm} \\
 &= 921 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Diambil nilai  $ld = \mathbf{950 \text{ mm}}$

- b. Panjang Tulangan Penyaluran Berkait Standar  
 Untuk Panjang tulangan penyaluran berkait standar diatur dalam SNI 03-2847-2013 Pasal 12.5.2

$$\begin{aligned}
 ldh &= \left( \frac{0,24 \cdot \psi_e \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_{c'}}} \right) \cdot db \\
 &= \left( \frac{0,24 \cdot 1 \cdot 390 \text{ MPa}}{1 \cdot \sqrt{30 \text{ MPa}}} \right) \cdot 22 \text{ mm} \\
 &= 221 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Panjang kait =  $12 \text{ db} = 12 \cdot 22 \text{ mm} = 264 \text{ mm}$

Ambil panjang kait **300 mm**

## **BAB X**

### **METODE PELAKSANAAN**

#### **10.1. Metode Pelaksanaan Balok Plat**

Metode pelaksanaan yang akan digunakan dalam proyek akhir ini adalah metode pelaksanaan pekerjaan balok dan plat lantai. metode yang digunakan adalah metode konvensional yaitu masih menggunakan scaffolding ,bekisting kayu dan lainnya . semua pekerjaan dari awal seperti pembesian dan pemasangan bekisting dan pengecoran dilakukan diloksi yang direncanakan.

#### **10.2. Pemasangan Bekisting**

##### **10.2.1 Tahap Persiapan**

- Pekerjaan Pabrikasi Besi

Pekerjaan ini yang pertama ,karena tulangan meruakan hal yang pokok dalam struktur. fabrikasi ini seperti membuat sengkang dan penentuan panjang tulangan.



Gambar 10. 1 fabrikasi Besi

### 10.2.2 Tahap Pemasangan Bekisting

Tahap tahapan pemasangan bekisting adalah sebagai berikut :

- a) Menyetel ketinggian scaffolding dengan mengatur *jack base* dan *U – Head*
- b) Pada U -Head dipasang balok kayu sebagai yang mana sejajar dengan arah cross balance dan diatas balok kayu dipasang balok suri tiap jarak maksimum 60 cm dengan arah melintang, kemudian dipaang *plywood* sebagai alas bekisting balok
- c) Kemudian dipasang dinding bekisting balok dan ditahan dengan siku kayu yang dipasang diatas balok suri
- d) Khusus untuk alas bekisting plat, *U-head* disetel ulang agar elevasi plat sejajar dengan balok ketika telah selesai pengecoran



Gambar 10. 2 Pemasangan Bekisting Balok



Gambar 10. 3 Pemasangan Bekisting Plat

### 10.2.3 Tahap Pembesian

Tahap selanjutnya adalah tahap pembesian balok dan plat untuk urut urutannya adalah sebagai berikut :

#### A. Pada Balok

- a) Pemotongan dan pembengkokan besi dengan bar cutter dan Bar Bender (dilakukan pada tahap persiapan)
- b) Besi diangkut menggunakan *tower crane* menuju lokasi pengerjaan proyek
- c) Dipasang beton *decking* sebagai selimut beton pada alas dan dinding samping bekisting agar tulangan tidak sampai berada dipermukaan beton untuk ecking plat minimum 20mm dari permukaan bekisting
- d) Memasang tulangan sengkang yang diatur jaraknya berdasarkan perhitungan perencanaan berdasarkan SNI 2847 2013
- e) Memasang tulangan atas dan bawah dengan cara dimasukan satu persatu kedalam sengkang dan kemudian diikat dengan bendrat



Gambar 10. 4 Pembesian Balok

### **B. Pembesian pada Plat**

- a) Dipasang tulangan bawah lapis satu diatas beton *decking*. Tulangan ini dipasang melewati tulangan atas beton
- b) Dipasang tulangan bawah lapis 2 diatas lapis satu dengan arah tagak lurus lapis satu kemudian persilangan tulangan diikat dengan bendrat.
- c) Dipasang juga tulangan dengan konfigurasi pada poin no.2 untuk tulangan atas.
- d) Untuk mendapatkan jarak tertentu pada tulangan atas dan bawah dipasang tulangan kaki ayam yaitu potongan besi yang dipotong sedemikian rupa sehingga menjaga jarak antara tulangan atas dan bawah.





Gambar 10. 5 Penulangan Plat

### C. Pekerjaan pembersihan

Hal ini dilakukan agar saat pengecoran tidak ada sampah pembesian dan lain-lain yang ikut saat pengecoran

#### 10.2.4 Tahap Pengecoran

Pada tahap pengecoran , pengecoran balok dan plat lantai dilakukan secara bersamaan mengingat  $f_c$  balok dan plat sama. Pengecoran balok dan plat dibantu menggunakan *Concrete Bucket* karena jarak lokasi pengecoran dengan truk mixer berjauhan. Pada saat pengecoran, juga dilakukan penggetaran menggunakan vibrator ,fungsinya adalah agar beton masuk merata pada sela sela tulangan.



Gambar 10. 6 Pengecoran Balok dan Plat

### 10.3. Pembongkaran Bekisting

Pembongkaran bekisting plat lantai dilakukan setelah pengecoran berumur 7 hari, pembongkaran bekisting balok dengan bentang  $\leq 3$  meter dilakukan setelah beton berumur 7 hari, sedangkan untuk balok dengan bentang  $> 3$  meter dilakukan setelah beton berumur 14 hari.

#### 10.3.1. Pembongkaran Bekisting Plat Lantai

Langkah langkah

- Pembongkaran dimulai dari pelepasan stut dinding balok
- Kendorkan U Head pada daerah yang akan dibongkar, tanpa pembongkaran schafolding penyangga, agar supaya hollo dan bodeman tidak langsung jatuh.
- Setelah U Head dikendorkan lepaskan hollo satu per satu dengan hati-hati.
- Selanjutnya bongkar Flywood pada area tengah yang tidak terjepit dinding balok. Pembongkaran flywood

dimulai dari area tengah ke tepi dengan cara 1 orang membongkar, 1 orang menahan flywood.

- Setelah flywood terbongkar semua, dilanjutkan dengan pembongkaran dinding balok (tembereng). Hasil pembongkaran dinding balok, dan flywood bekisting plat lantai dibersihkan dan dilapisi minyak bekisting, untuk kemudahan dipergunakan kembali pada area yang diperlukan.
- Selanjutnya adalah pembongkaran schafolding penyangga plat.



Gambar 10. 7 Pembongkaran Plywood

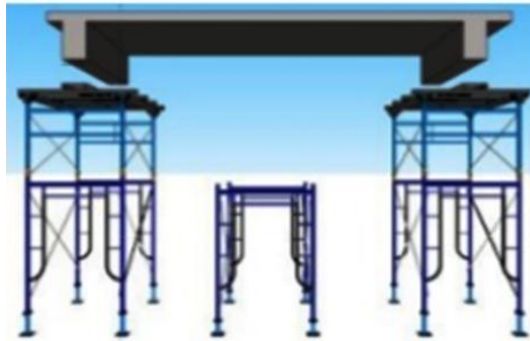


Gambar 10. 8 Pembongkaran Scaffolding Penyangga Plat

### 10.3.2. Pembongkaran Bekisting Balok

Langkah langkah pembongkaran bekisting balok adalah sebagai berikut:

- Pembongkaran dimulai dengan pengendoran Jack Base dan U Head sampai bodeman dengan balok/beam ada celah.
- Menggunakan linggis, bodeman balok ditekan turun hingga terlepas dari beton balok.
- Setelah terlepas, panel bodeman diturunkan satu per satu, dan ditumpuk pada tempat yang sudah disediakan, disservice dan diminyaki agar dapat dipergunakan kembali.



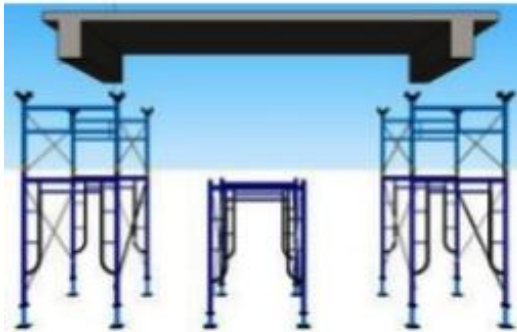
Gambar 10. 9 Pembongkaran Bodeman

- Kemudian suri-suri dilepas dan diturunkan satu persatu, penurunan suru-suru dilakukan dengan cara 1 orang di atas menurunkan suri-suri, 1 orang di bawah menerima suru-suri, kemudian ditumpuk rapi.



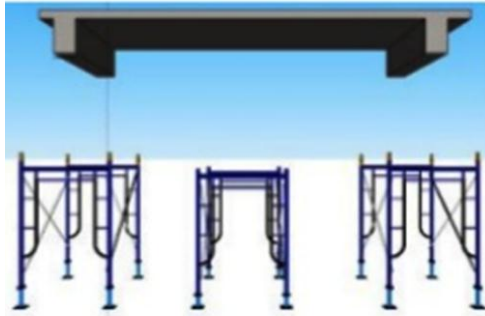
Gambar 10. 10 Pembongkaran Bodeman

- Kemudian suri-suri dilepas dan diturunkan satu persatu, penurunan suru-suru dilakukan dengan cara 1 orang di atas menurunkan suri-suri, 1 orang di bawah menerima suru-suri, kemudian ditumpuk rapi.



Gambar 10. 11 Pembongkaran suri suri dan gelagar

- Selanjutnya turunkan gelagar dengan cara yang sama seperti penurunan suri-suri.
- Setelah semua suri-suri dan gelagar turun semua, sebelum pembongkaran schafolding pastikan tidak ada material berupa kaso atau flywood yang tertinggal atau terjepit
- Lanjutkan dengan pembongkaran Schafolding dan setelah selesai, bersihkan area pembongkaran dari sampah-sampah bekas bongkaran.



Gambar 10. 12 Pembongkaran Scaffolding

(Halaman Sengaja Dikosongkan)



## BAB XI

### KESIMPULAN

#### 11. Kesimpulan

Dari keseluruhan hasil diatas dan analisis yang dilakukan maka Tugas Akhir Terapan ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Diperolehnya Struktur yang kuat dan kaku karena dimodifikasi menggunakan tambahan shear wall pada gedung tersebut.
- b. Untuk hasil perhitungan struktur gedung ini akan diuraikan sebagai berikut :

Tabel 11. 1 Rekap Penulangan Plat

Tipe Plat	Tebal(mm)	Lx	Ly	Ly/Lx	Tipe Plat	Tumpuan		Lapangan	
						x	y	x	y
S1	120	6000	3000	2.0	dua arah	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150
S2	120	6000	2500	2.4	satu arah	D12 - 150	D12 - 200	D12 - 150	-
S3	120	3000	2750	1.1	dua arah	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150
S4	120	4500	2250	2.0	dua arah	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150
S5	120	4500	2500	1.8	dua arah	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150
S6	120	5500	2750	2.0	dua arah	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150
S7	120	4500	2125	2.1	satu arah	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150	-
S8	120	4250	2750	1.5	dua arah	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150

S9	120	5500	2250	2.4	satu arah	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150	-
S10	120	3000	1500	2.0	dua arah	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150
S11	120	6000	2750	2.2	satu arah	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150	-
S12	120	4500	1500	3.0	satu arah	D12 - 150	D12 - 150	D12 - 150	-

Tabel 11. 2 Plat Tangga

Tangga	Jenis Plat	Tebal (mm)	Tumpuan		Lapangan	
			Utama	Bagi	Utama	Bagi
Tangga 1	Tangga	150	D12 - 150	Ø10 - 200	D12 - 150	Ø10 - 200
	Bordes	150	D12 - 150	Ø10 - 200	D12 - 150	Ø10 - 200
Tangga 2	Tangga	150	D12 - 150	Ø10 - 200	D12 - 150	Ø10 - 200
	Bordes	150	D12 - 150	Ø10 - 200	D12 - 150	Ø10 - 200

Tabel 11. 3 Balok Bordes

Tipe Balok	Dimensi	Tulangan Lentur				Tulangan Geser		Tulangan torsi
		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	Lapangan	
		Tarik	Tekan	Tarik	Tekan			
BO 1	450 x 550	2D 19	4D 19	3D 19	2D 19	2D12 - 180	2D12 - 180	2D19
BO 2	450 x 550	2D 19	4D 19	3D 19	2D 19	2D12 - 180	2D12 - 180	2D19

Tabel 11. 4 Balok Lift

Tipe Balok	Dimensi	Tulangan Lentur				Tulangan Geser		Tulangan torsi
		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	Lapangan	
		Tarik	Tekan	Tarik	Tekan			
BL - 1	350 x 400	2D 19	3D 19	3D 19	2D 19	2D12 - 150	2D12 - 150	2D19
BL - 2	350 x 400	2D 19	3D 19	3D 19	2D 19	2D12 - 150	2D12 - 150	2D19

Tabel 11. 5 Balok Anak

JENIS BALOK			Tulangan Lentur				Tulangan Geser		Tulangan torsi
			Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	Lapangan	
	B	h	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan			
C1	250	350	2D 19	2D 19	2D 19	2D 19	2D12 - 150	2D12 - 150	2D19
C2	250	350	2D 19	2D 19	2D 19	2D 19	2D12 - 150	2D12 - 150	2D19
C3	250	350	2D 19	2D 19	2D 19	2D 19	2D12 - 150	2D12 - 150	2D19
C4	250	350	2D 19	2D 19	2D 19	2D 19	2D12 - 150	2D12 - 150	2D19
C5	250	350	2D 19	2D 19	2D 19	2D 19	2D12 - 150	2D12 - 150	2D19
C6	250	350	2D 19	2D 19	2D 19	2D 19	2D12 - 140	2D12 - 140	2D19
C1 A	250	350	2D 19	2D 19	2D 19	2D 19	2D12 - 150	2D12 - 150	2D19

Tabel 11. 6 Rangka Atap Baja

Rangka Baja	
Tipe Rangka	Profil
Gording	Lip chanlel 150 50 20 3,2
Penggantung Gording	Ø 13 mm
Ikatan Angin	Ø 13 mm
Kuda kuda	WF 200 100 5,5 8
Balok Pengaku	WF 200 200 8 12
Kolom	WF 250 250 9 14

Tabel 11. 7 Balok Induk

JENIS BALOK			Tulangan Lentur				Tulangan Geser		Tulangan torsi
			Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	Lapangan	
	b	h	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan			
A1	400	650	3D 22	4D 22	2D 22	2D 22	3D12 - 110	2D12 - 150	4D 19
A2	400	650	3D 22	7D 22	3D 22	3D 22	2D12 - 120	2D12 - 120	4D 19
A3	400	650	5D 22	7D 22	2D 22	2D 22	3D12 - 120	2D12 - 150	4D 19
A4	400	650	4D 22	5D 22	2D 22	2D 22	3D12 - 100	2D12 - 110	4D 19
SW 1	400	600	3D 22	6D 22	2D 22	2D 22	2D12 - 110	2D12 - 130	4D 19
B1	350	650	4D 22	5D 22	3D 22	3D 22	4D12 - 100	3D12 - 120	4D 19
B2	350	650	3D 22	5D 22	2D 22	2D 22	3D12 - 110	2D12 - 110	4D 19
B3	350	650	4D 22	6D 22	4D 22	2D 22	3D12 - 110	2D12 - 120	4D 19

B3 X	350	650	3D 22	3D 22	2D 22	2D 22	2D12 - 120	2D12 - 120	4D 19
B3 Y	350	650	4D 22	6D 22	4D 22	2D 22	3D12 - 100	2D12 - 100	4D 19

Tabel 11. 8 Kolom

tipe kolom	Dimensi	Tulangan Lentur	Tulangan Geser	
			sejarak lo	diluar lo
K1	600 / 900	20 D 25	5D12 - 120	5D12 - 150

Tabel 11. 9 HBK

tipe kolom	Dimensi	Tulangan Lentur	Tulangan Geser
K1	600 / 900	20D 25	4D12 - 150

Tabel 11. 10 Shear Wall

Tipe Shear Wall	sayap	badan	Letak Tulangan	Tulangan Geser	
				Transversal	Horisontal
SW A	600 x 900	350 x 4500	24D16+2D16-150	2D12 - 150	5D12 - 150
SW B	600 x 900	350 x 4500	24D16+2D16-150	2D12 - 150	5D12 - 150
SW C	600 x 900	300 x 5500	24D16+2D16-150	2D12 - 150	5D12 - 150
SW D	600 x 900	300 x 5500	24D16+2D16-150	2D12 - 150	5D12 - 150

Tabel 11. 11 Sloof

JENIS BALOK			Tulangan Lentur				Tulangan Geser	Tulangan Geser
			Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	Tumpuan
	b	H	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan		
SU-1	400	600	4D 22	4D 22	4D 22	4D 22	2D12 - 150	2D12 - 150
SU-2	400	600	4D 22	4D 22	4D 22	4D 22	2D12 - 150	2D12 - 150
SU-3	400	600	4D 22	4D 22	4D 22	4D 22	2D12 - 150	2D12 - 150
SU-4	400	600	4D 22	4D 22	4D 22	4D 22	2D12 - 150	2D12 - 150
SU-5	400	600	4D 22	4D 22	4D 22	4D 22	2D12 - 150	2D12 - 150
SU-6	400	600	4D 22	4D 22	4D 22	4D 22	2D12 - 150	2D12 - 150

Tabel 11. 12 Pondasi

Tipe Pile Cap	Dimensi Pile Cap	Tebal Pile Cap	Diameter Pancang	kedalaman Pancang	Jumlah Tiang	tulangan Lentur	
						x	y
PC -1	8,8 X 5,45	1,5	0,45	35	28	D22-200	D22-200
PC- 2	9,45 X 4,4	3,2	0,45	35	45	D22-120	D22-100
PC - 3	7,15 X 3,7	1	0,45	35	18	D22-200	D22-200
PC-4	3,7 X 3,7	1	0,45	35	9	D22-200	D22-200
PC-5	12,9 X 2,55	2,2	0,45	35	22	D22-70	D22-200
PC-6	9,45 X 9,45	2,5	0,45	35	64	D22 - 150	D22 - 150
PC -7	8,3 X 48,5	1,5	0,45	35	28	D22 - 120	D22 - 200

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2012. **Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung**. SNI 03-1726-2012 . Jakarta : Badan Standarisasi Nasional

Badan Standarisasi Nasional. 2014. **Baja Tulangan Beton**. SNI 2052-2014 . Jakarta : Badan Standarisasi Nasional

Badan Standarisasi Nasional,2013. **Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung**, SNI 03-2847,2013. Jakarta : Standar Nasional Indonesia

Badan Standarisasi Nasional,2013. **Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain**, SNI 1727,2013. Jakarta : Standar Nasional Indonesia

Purwono R, 2005. **Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa**. Surabaya : ITS Press.

Tavio dan Kusuma, Benny. 2009. **Desain Sistem Rangka Pemikul Momen dan Dinding Strukur Beton Bertulang Tahan Gempa**. Surabaya : ITS Press

Imran ,Iswandi dan Fajar Hendrik ,2014 . **Perencanaan Lanjut Beton Struktur Beton Bertulang** .Bandung : Penerbit ITB

Asroni ali ,2010 . **Balok Plat Beton Bertulang** . Yogyakarta : Graha Ilmu

ASCE 7-2005. **Minimum Design Loads for Buildings and Other Structure**. American Society of Civil Engineers.

**Ashafani Hisyam , Desain struktur Bangunan Gedung Perkuliahan di Surabaya Menggunakan SRPMK dan Shear Wall serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi. Surabaya: ITS**



# Lampiran 1 (Data Material )

## LYSAGHT SPANDEK®

Trapezoidal Steel Cladding

LYSAGHT® SPANDEK® is a contemporary looking, trapezoidal profile which is ideal where a stronger, bolder, more modern corrugated appearance is required. SPANDEK® was originally designed as a strong attractive roofing material for industrial and commercial construction, however SPANDEK® has proven popular for homes and public buildings, underlining its versatility and pleasing appearance.

**Application**  
Roofing & Walling

**Finishes available**  
ZINCALUME® & clean COLORBOND®

**Standard Thickness (BMT)**  
0.35mm, 0.40mm, 0.45mm & 0.50mm

**Minimum Roof Slope**  
3 degrees (1:20)

**Max. Roof Length for Drainage**

	Peak to peak interval (mm)	Roof slope					
		1 in 50 (1:7)	1 in 30 (2:7)	1 in 20 (2:10)	1 in 12 (2:15)	1 in 7.5 (2:5)	1 in 6 (1:2)
SPANDEK®	100			111	133	154	173
	150			74	89	103	115
	200			55	67	77	86
	250			44	53	62	69
	300			37	44	51	58
	400			28	33	39	43
500			22	27	31	35	

**Fastener spacing**

## Mass & Yield LYSAGHT SPANDEK

Thickness (mm)		Clean COLORBOND		ZINCALUME steel	
BMT	TCT	Kg/m	Kg/m2	Kg/m	Kg/m2
0.35	0.40	2.80	4.00	2.75	3.92
0.40	0.45	3.18	4.55	3.13	4.46
0.45	0.50	3.55	5.08	3.48	4.98
0.50	0.55	3.91	5.59	3.87	5.52



## Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon

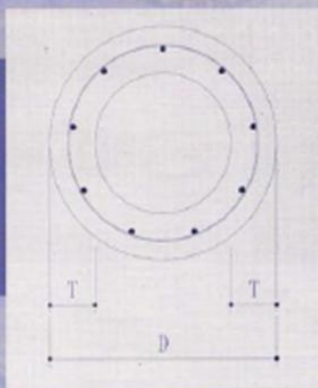
### Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon

Panjang, L (mm) : 600  
Tinggi, H (mm) : 200 ; 400  
Tebal, T (mm) : 75 ; 100 ; 125 ; 150 ; 175 ; 200

Berat jenis kering, ( $\rho$ ) : 530 kg/m<sup>3</sup>  
Berat jenis normal, ( $\rho$ ) : 600 kg/m<sup>3</sup>  
Kuat tekan, ( $\sigma$ ) :  $\geq 4,0$  N/m<sup>2</sup>  
Konduktifitas termis, ( $\lambda$ ) : 0.14 w/mk

Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Luas Dinding / m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Isi / m <sup>3</sup>	Blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67

## Shape and Dimension



## Classification

Outside Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)	Class	Concrete Cross Section (cm <sup>2</sup> )	Unit Weight (Kg/m)	Length (m)	Bending Moment		Allowable Axial Load (Ton)
						Crack (Ton.m)	Ultimate (Ton.m)	
300	60	A2	452	113	6 - 13	2.50	3.75	72.00
		A3				3.00	4.50	70.75
		B				3.50	6.30	67.50
		C				4.00	8.00	65.40
350	65	A1	582	145	6 - 15	3.50	5.25	93.10
		A3				4.25	6.30	89.50
		B				5.00	9.00	86.40
		C				6.00	12.00	85.00
400	75	A2	766	191	6 - 16	5.50	8.25	121.10
		A3				6.50	9.75	117.60
		B				7.50	13.50	114.40
		C				9.00	18.00	113.50
450	80	A1	930	232	6 - 16	7.50	11.25	149.50
		A2				8.50	12.75	145.80
		A3				10.00	15.00	143.80
		B				11.00	16.50	140.10
		C				12.50	25.00	134.90
500	90	A1	1159	290	6 - 16	10.50	15.75	185.30
		A2				12.50	18.75	181.70
		A3				14.00	21.00	178.20
		B				15.00	27.00	174.90
		C				17.00	34.00	169.00
600	100	A1	1571	393	6 - 16	17.00	25.50	252.70
		A2				19.00	28.50	249.00
		A3				22.00	33.00	243.20
		B				25.00	45.00	238.30
		C				29.00	58.00	229.50



Moving solutions with safety, reliability and efficiency

## PASSENGER ELEVATORS

 **HYUNDAI ELEVATOR**



## Lampiran 2 ( Data Tanah )

[illegible]

## **Biodata Penulis**



Penulis yang bernama Yosa Citra Aditama dilahirkan di Kabupaten Lamongan , Jawa timur. pada tanggal 8 September 1995 , merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu TK permata Bunda , SD N Deket Kulon 3 , SMP N 1 Lamongan , SMA N 2 Lamongan dan berkuliah di jurusan DIV Teknik Infrastruktur Sipil pada tahun 2014. Selama di kampus , penulis juga aktif di organisasi kemahasiswaan seperti UKM dan Kerohanian Islam. Penulis juga pernah menjuarai lomba BDF(bridge Design Festival) di Universitas Jember dan pernah mewakili ITS dalam Kompetisi Jembatan Indonesia (KJI) 2017 di Politeknik Negeri Malang dengan nama tim CT-Khidmah dan meraih juara kategori. Penulis dapat dihubungi melalui email : [yosacitra95@gmail.com](mailto:yosacitra95@gmail.com)

LAMPIRAN GAMBAR TEKNIK LAPORAN PROYEK AKHIR TERAPAN-RC14-6599

## MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT SURABAYA DENGAN SRPMK DAN SHEARWALL (DUAL SISTEM)

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

Dosen Pembimbing:  
Ir Sungkono, CES

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



DAFTAR GAMBAR

KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
DENAH LANTAI		
ARS	DENAH LANTAI 1	1
ARS	DENAH LANTAI 2 - 15	2
ARS	DENAH LANTAI ATAP	3
POTONGAN		
ARS	POTONGAN MEMANJANG A - A	4
ARS	POTONGAN MELINTANG B - B	5
TAMPAK		
ARS	TAMPAK MEMANJANG	6
ARS	TAMPAK SAMPING	7
TANGGA		
STR	PERENCANAAN TANGGA A	8
STR	DETAIL POTONGAN TANGGA A - A	9
STR	PERENCANAAN TANGGA B	10
STR	DETAIL POTONGAN TANGGA A - A	11
PLAT LANTAI		
STR	DENAH PLAT TIPIKAL Lt 1 - 15	12
STR	DETAIL PENULANGAN PLAT SEGMENT 1	13
STR	DETAIL PENULANGAN PLAT SEGMENT 2	14
STR	DETAIL PENULANGAN PLAT SEGMENT 3	15
STR	DETAIL PENULANGAN PLAT SEGMENT 4	16
BALOK		
STR	DENAH BALOK Lt 1 - 15	17

KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
STR	DENAH BALOK Lt 1 - 15 SEGMENT 1	18
STR	DENAH BALOK Lt 1 - 15 SEGMENT 2	19
DETAIL PENULANGAN BALOK INDUK		
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK A1	20
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK A2	21
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK A3	22
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK A4	23
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK SW 1	24
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK B1	25
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK B2	26
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK B3	27
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK B3X	28
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK B3Y	29
STR	REKAP PENULANGAN BALOK A1- A4	30
STR	REKAP PENULANGAN BALOK SW1 -B3	31
STR	REKAP PENULANGAN BALOK B3X dan B3Y	32
DETAIL PENULANGAN BALOK ANAK		
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK C1	33
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK C2	34
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK C3	35
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK C4	36
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK C5	37
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK C6	38

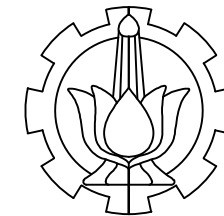
DAFTAR GAMBAR

KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
STR	REKAP PENULANGAN BALOK ANAK C1- C4	39
STR	REKAP PENULANGAN BALOK ANAK C5- C1A	40
BALOK BORDES dan PENGGANTUNG LIFT		
STR	PENULANGAN BALOK BORDES BO - 1	41
STR	PENULANGAN BALOK BORDES BO - 2	42
STR	PENGGANTUNG LIFT BL - 1 dan BL - 2	43
KOLOM , SHEAR WALL , HBK		
STR	DENAH KOLOM dan SHEAR WALL	44
STR	PENULANGAN KOLOM K1	45
STR	DETAIL PENULANGAN KOLOM K1	46
STR	PENULANGAN HUBUNGAN BALOK KOLOM	47
STR	PENULANGAN SHEAR WALL A dan B	48
STR	PENULANGAN SHEAR WALL C dan D	49
SLOOF		
STR	DENAH BALOK SLOOF	50
STR	PENULANGAN BALOK SLOOF SU - 1	51
STR	PENULANGAN BALOK SLOOF SU - 2	52
STR	PENULANGAN BALOK SLOOF SU - 3	53
STR	PENULANGAN BALOK SLOOF SU - 4	54
STR	PENULANGAN BALOK SLOOF SU - 5	55
STR	PENULANGAN BALOK SLOOF SU - 6	56
PONDASI		
STR	DENAH PONDASI	57

KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
STR	PENULANGAN PONDASI PC - 1	58
STR	POTONGAN MELINTANG A-A PC - 1	59
STR	POTONGAN MEMANJANG B-B PC - 1	60
STR	PENULANGAN PONDASI PC - 2	61
STR	POTONGAN MELINTANG A-A PC - 2	62
STR	POTONGAN MEMANJANG B-B PC - 2	63
STR	PENULANGAN PONDASI PC - 3	64
STR	POTONGAN A - A dan B-B PC - 3	65
STR	PENULANGAN PONDASI PC - 4	66
STR	POTONGAN A - A dan B-B PC - 4	67
STR	PENULANGAN PONDASI PC - 5	68
STR	POTONGAN MELINTANG A-A PC - 5	69
STR	POTONGAN MEMANJANG B-B PC - 5	70
STR	PENULANGAN PONDASI PC - 6	71
STR	POTONGAN MELINTANG A-A PC - 6	72
STR	POTONGAN MEMANJANG B-B PC - 6	73
STR	PENULANGAN PONDASI PC - 7	74
STR	POTONGAN A - A dan B-B PC - 7	75
PORTAL		
STR	PORTAL MEMANJANG EV -1,5 M sd EV + 28 M	76
STR	PORTAL MEMANJANG EV + 32 M sd EV +63 M	77
STR	PORTAL MELINTANG EV -1,5 M sd EV + 28 M	78
STR	PORTAL MELINTANG EV + 32 M sd EV +63 M	79

DAFTAR GAMBAR

KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
STR	DETAIL PORTAL MEMANJANG	80
STR	DETAIL PORTAL MELINTANG	81
BAJA		
STR	RENCANA ATAP BAJA	82
STR	DETAIL ATAP KUDA KUDA	83
STR	DETAIL KOLOM - BALOK - KUDA KUDA	84
STR	DETAIL IKATAN ANGIN dan GORDING	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK

NAMA GAMBAR

DENAH LANTAI 1

KODE GAMBAR

SKALA

ARS

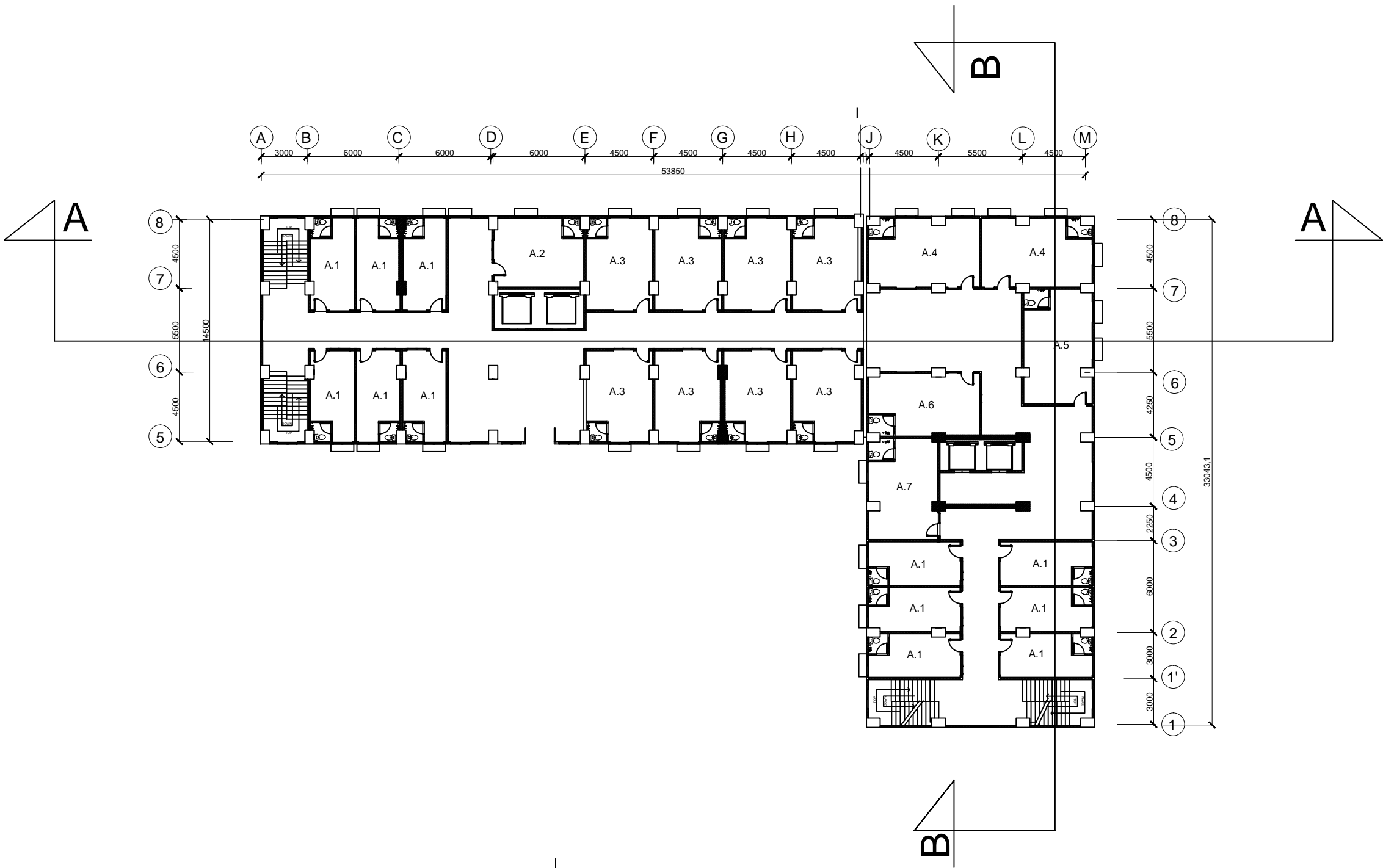
1 : 200

NO GAMBAR

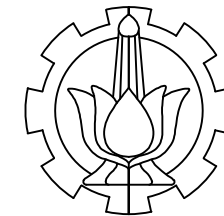
JUMLAH GAMBAR

1

85



DENAH LANTAI 1  
SKALA = 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

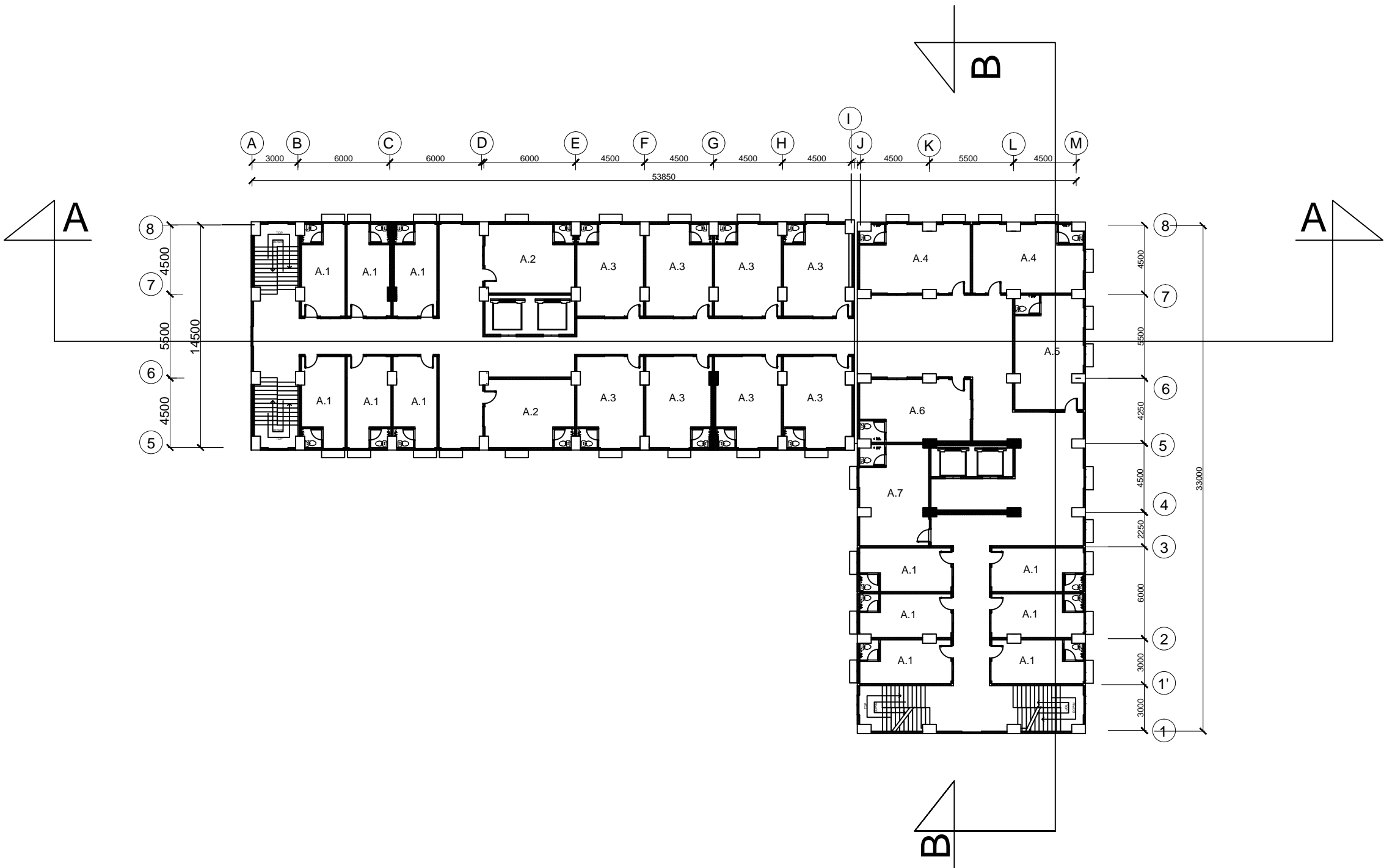
KETERANGAN

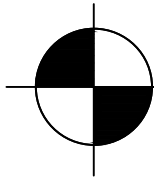
FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK

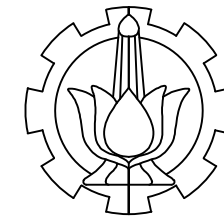
NAMA GAMBAR

DENAH LANTAI 2 - 15

KODE GAMBAR	SKALA
ARS	1 : 200
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
2	85



 DENAH LANTAI 2 - 15  
SKALA = 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

### JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

### DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

### NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

### KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK

### NAMA GAMBAR

DENAH LANTAI ATAP

KODE GAMBAR

SKALA

ARS

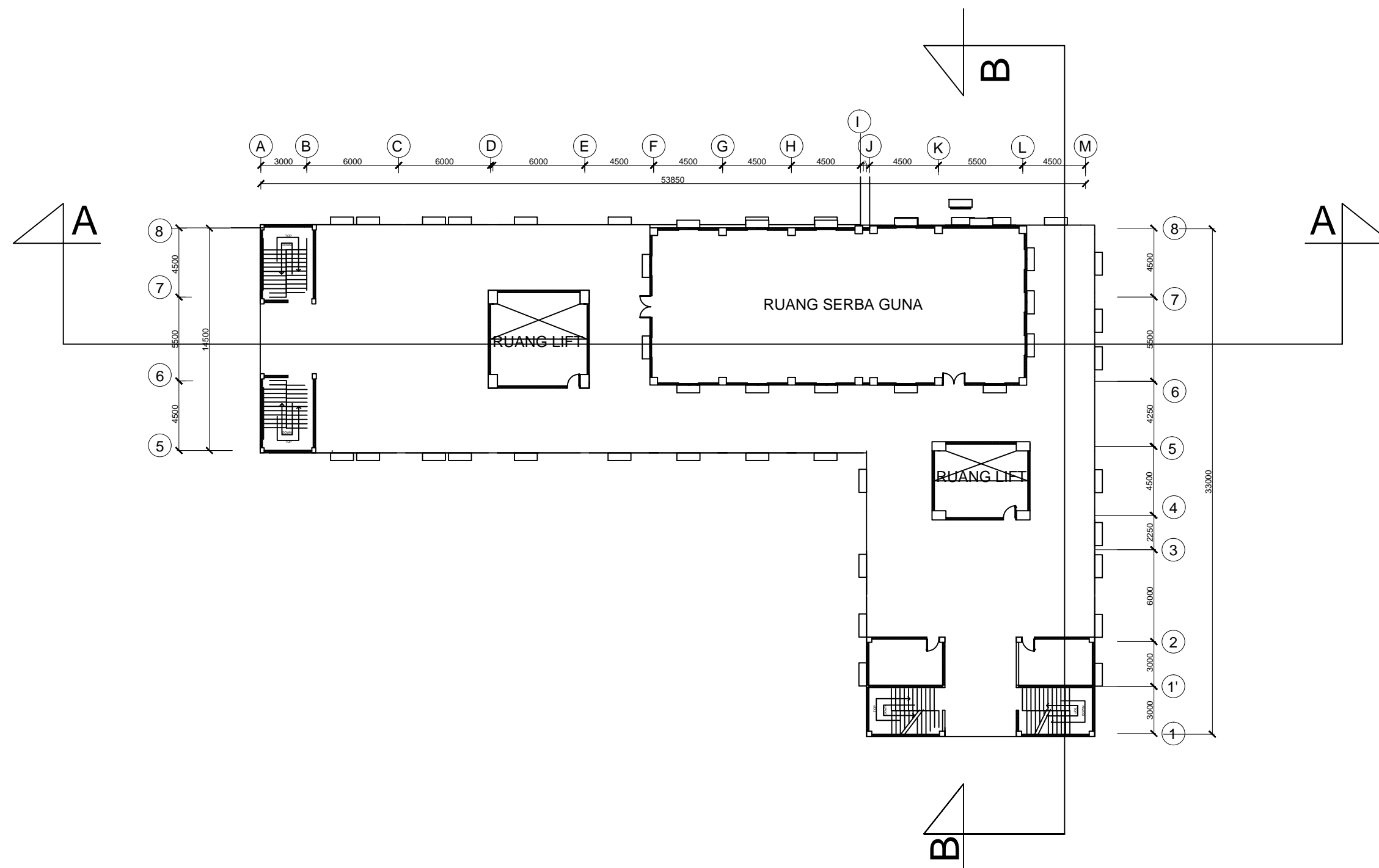
1 : 200

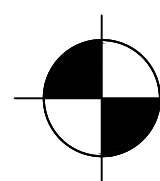
NO GAMBAR

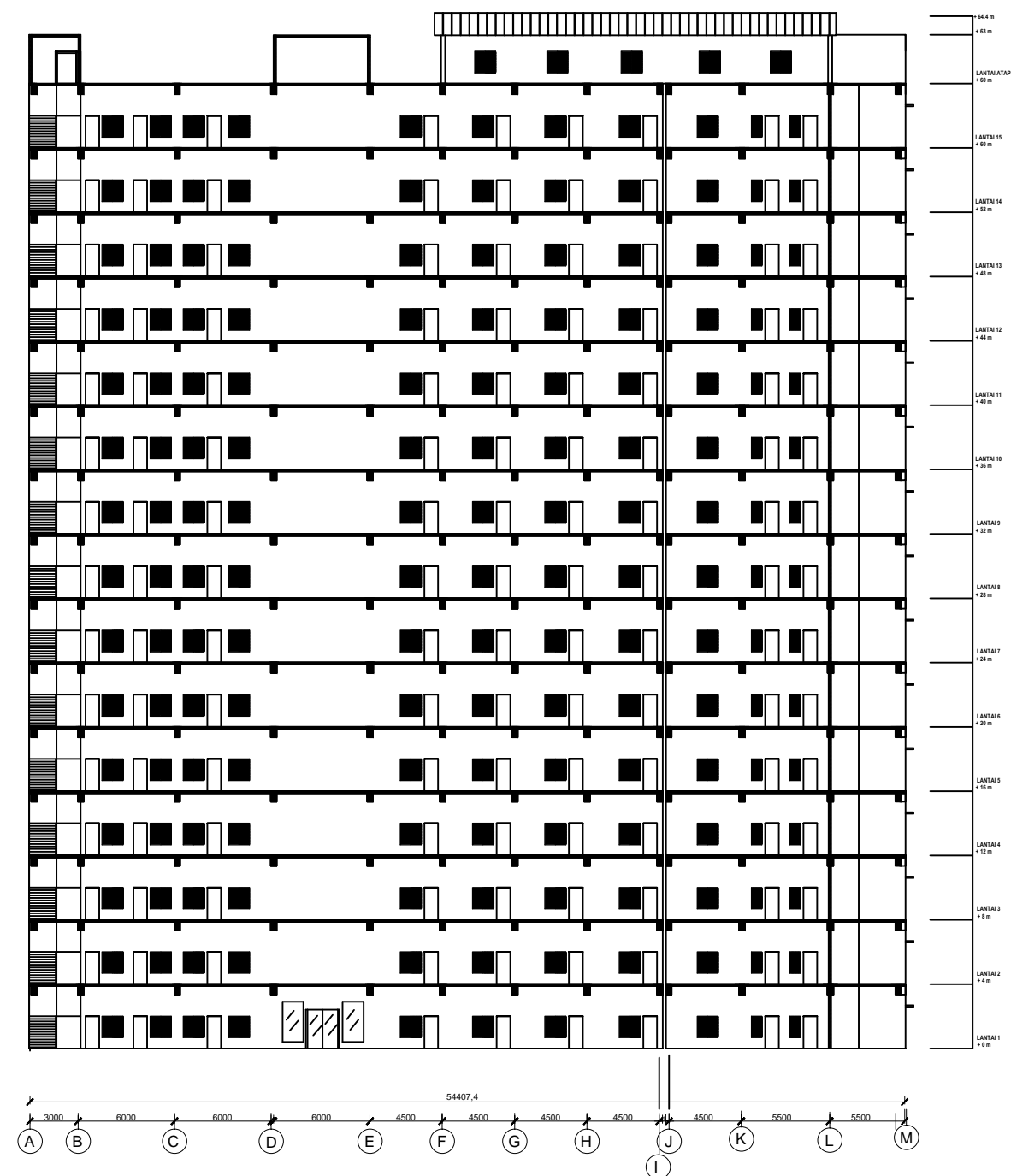
JUMLAH GAMBAR

3

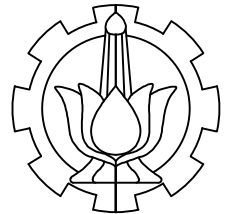
85



 DENAH LANTAI ATAP  
SKALA = 1 : 200



POTONGAN MEMANJANG A - A  
SKALA = 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

## JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

## DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

## NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

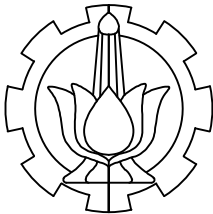
## KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK

## NAMA GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG A - A

KODE GAMBAR	SKALA
ARS	1 : 200
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
4	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

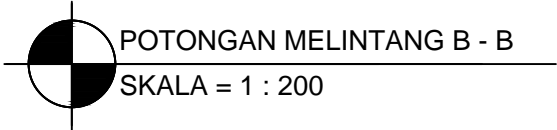
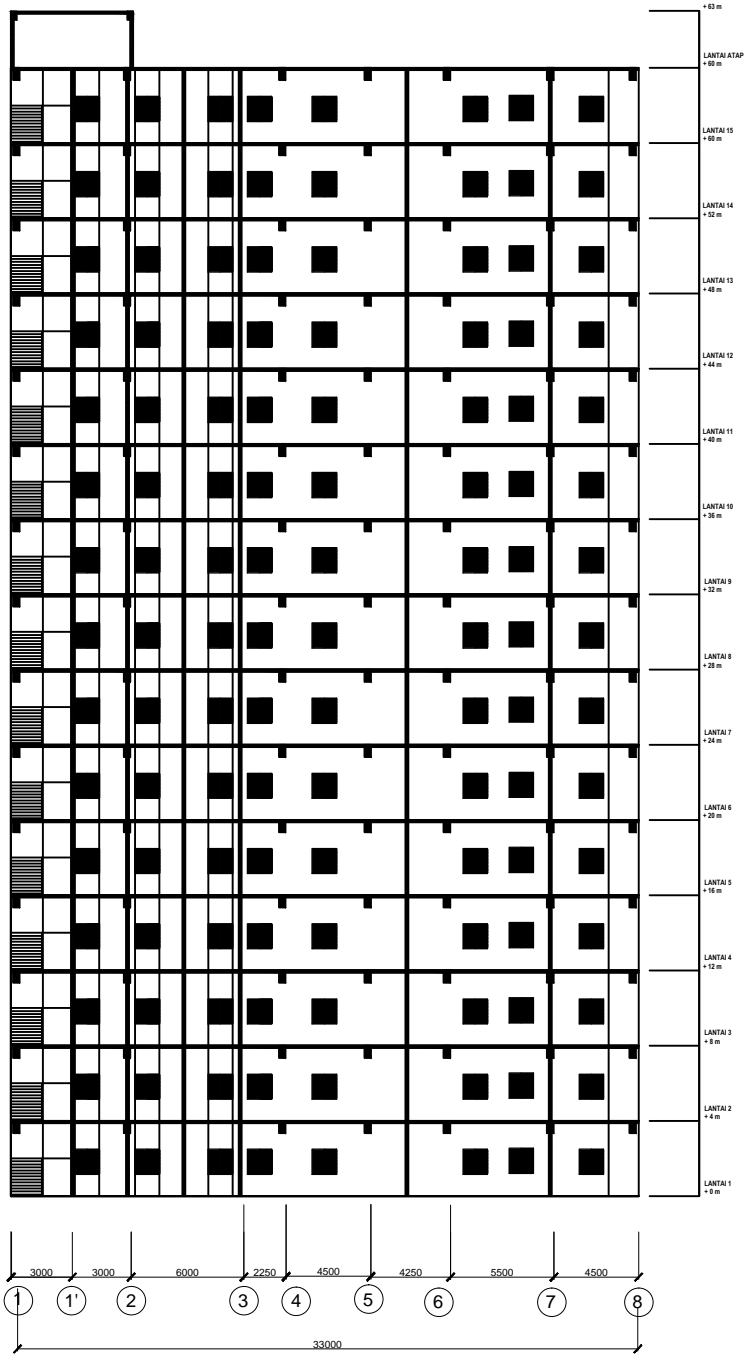
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK

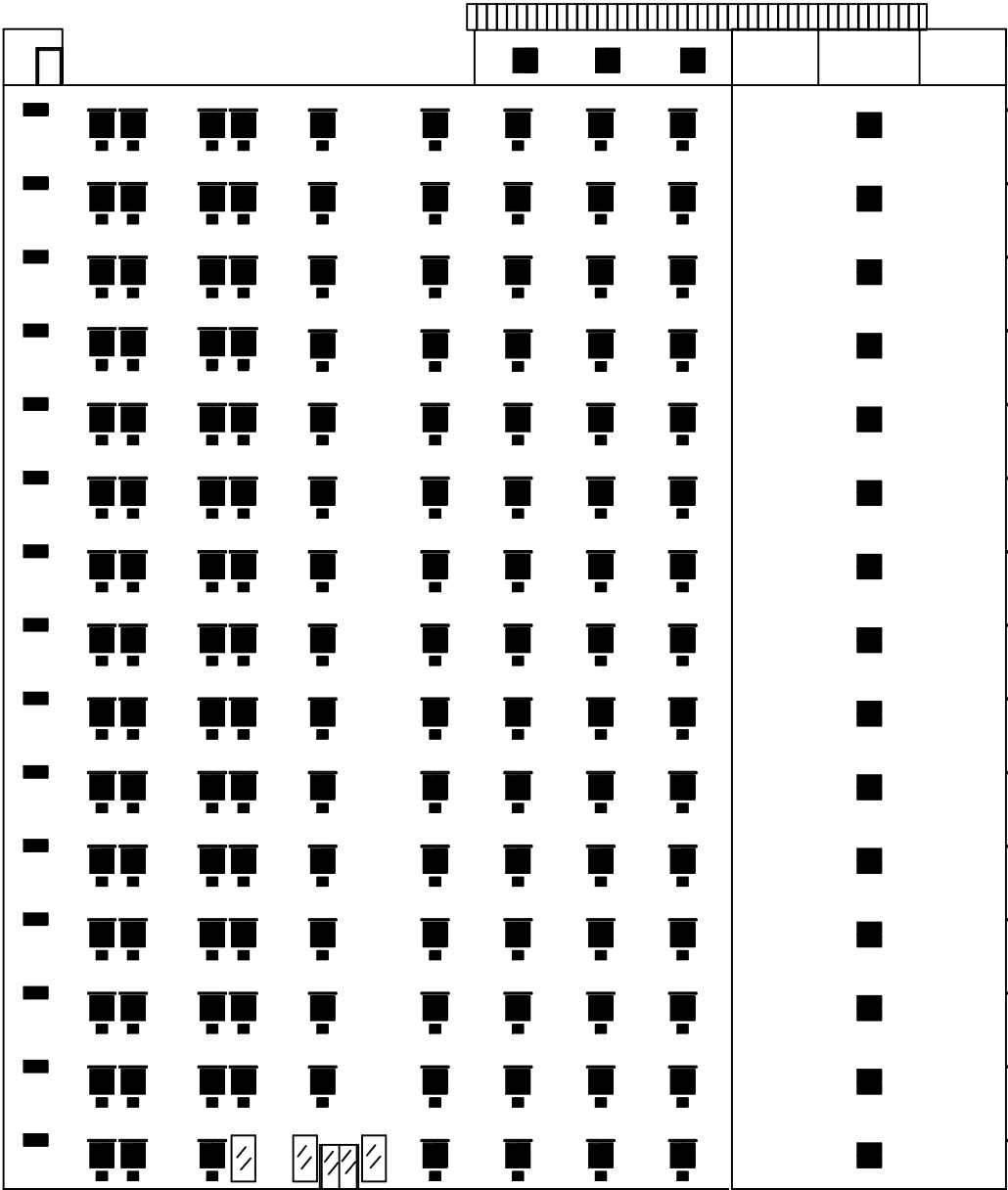
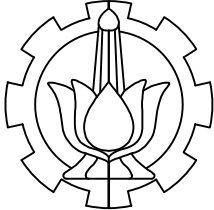
NAMA GAMBAR

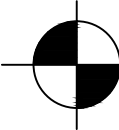
POTONGAN MEMANJANG B - B

KODE GAMBAR	SKALA
ARS	1 : 200
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
5	85





	
	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS VOKASI DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL
	JUDUL TUGAS AKHIR
	MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)
	DOSEN PEMBIMBING
	<u>Ir. SUNGKONO, CES.</u> NIP. 19591130 198601 1 001
	NAMA MAHASISWA
	<u>YOSA CITRA ADITAMA</u> NRP. 10111410000037
	KETERANGAN
	FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN KONDISI TANAH = TANAH LUNAK
	NAMA GAMBAR
	TAMPAK MEMANJANG
KODE GAMBAR	SKALA
ARS	1 : 200
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
6	85



TAMPAK MEMANJANG  
SKALA = 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK

NAMA GAMBAR

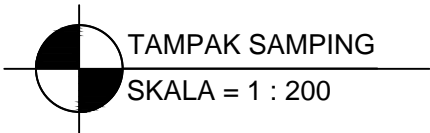
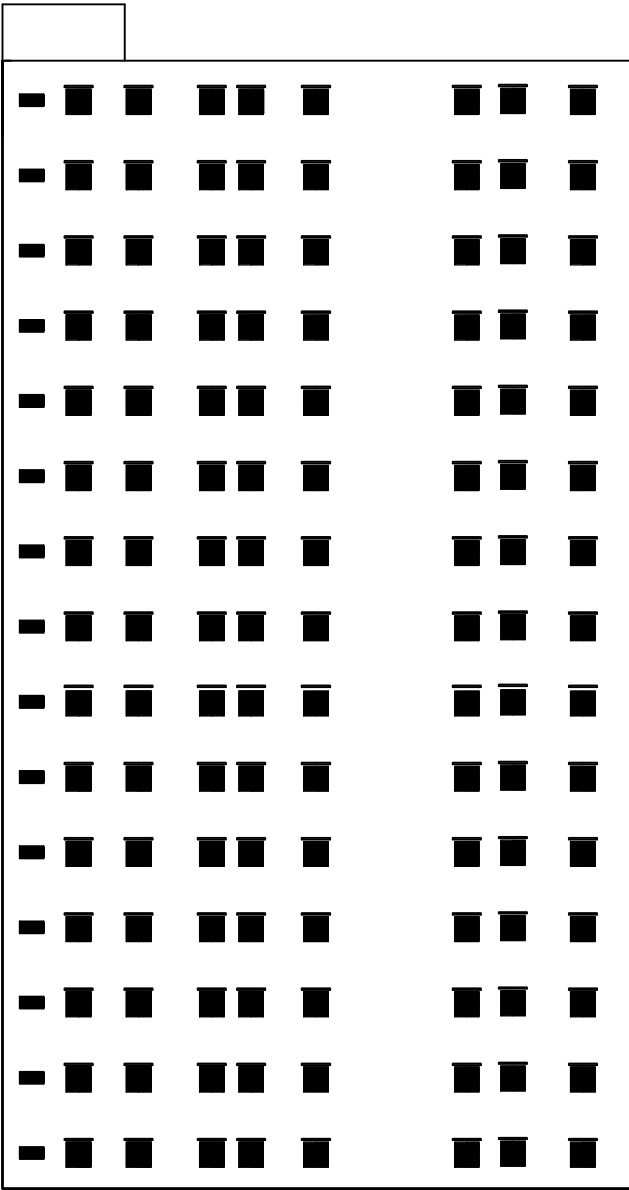
TAMPAK SAMPING

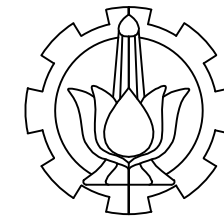
KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

ARS	1 : 200
-----	---------

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-----------	---------------

7	85
---	----





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

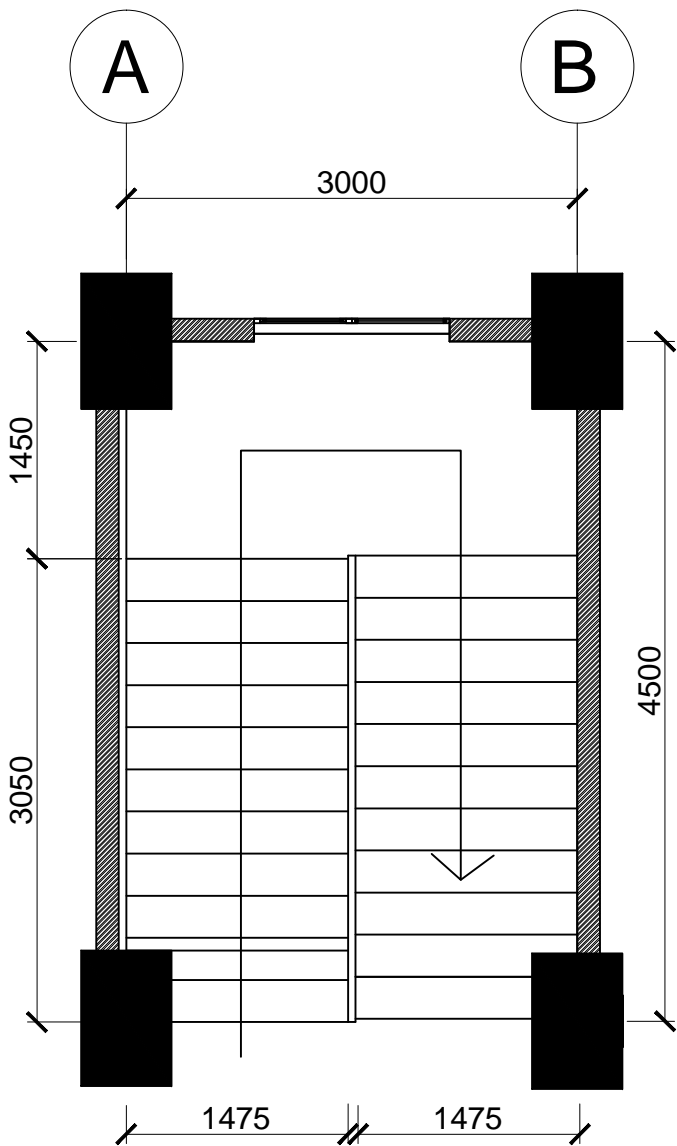
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

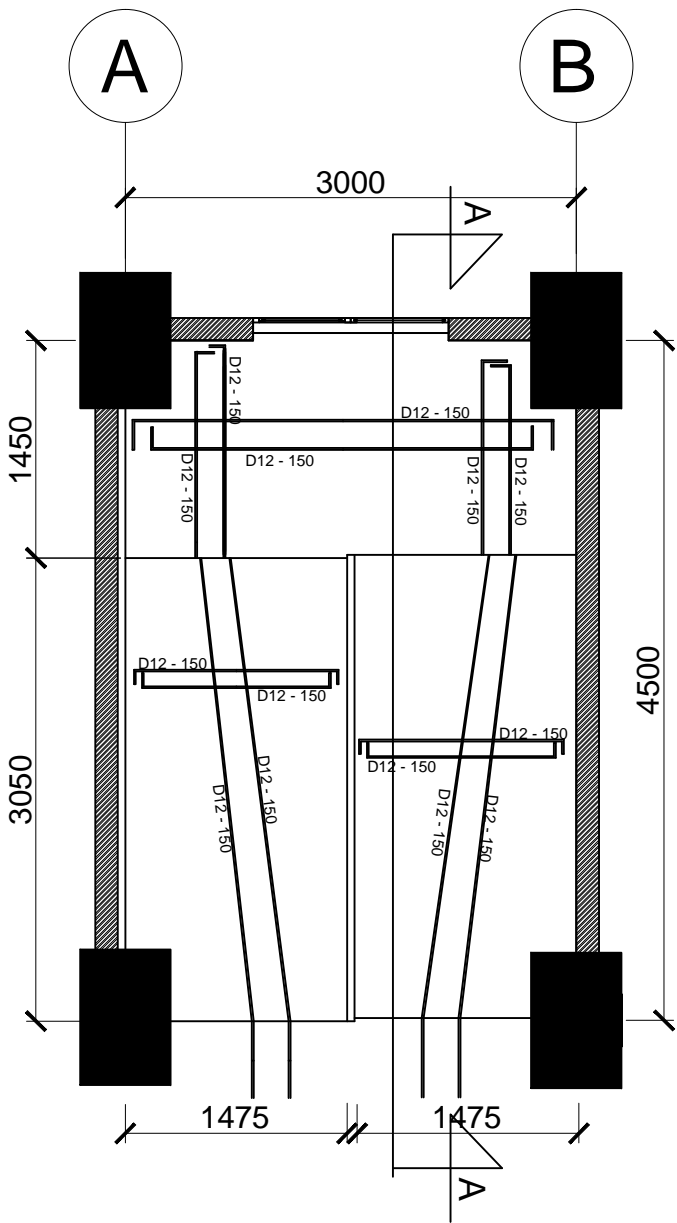
NAMA GAMBAR

PERENCANAAN TANGGA A

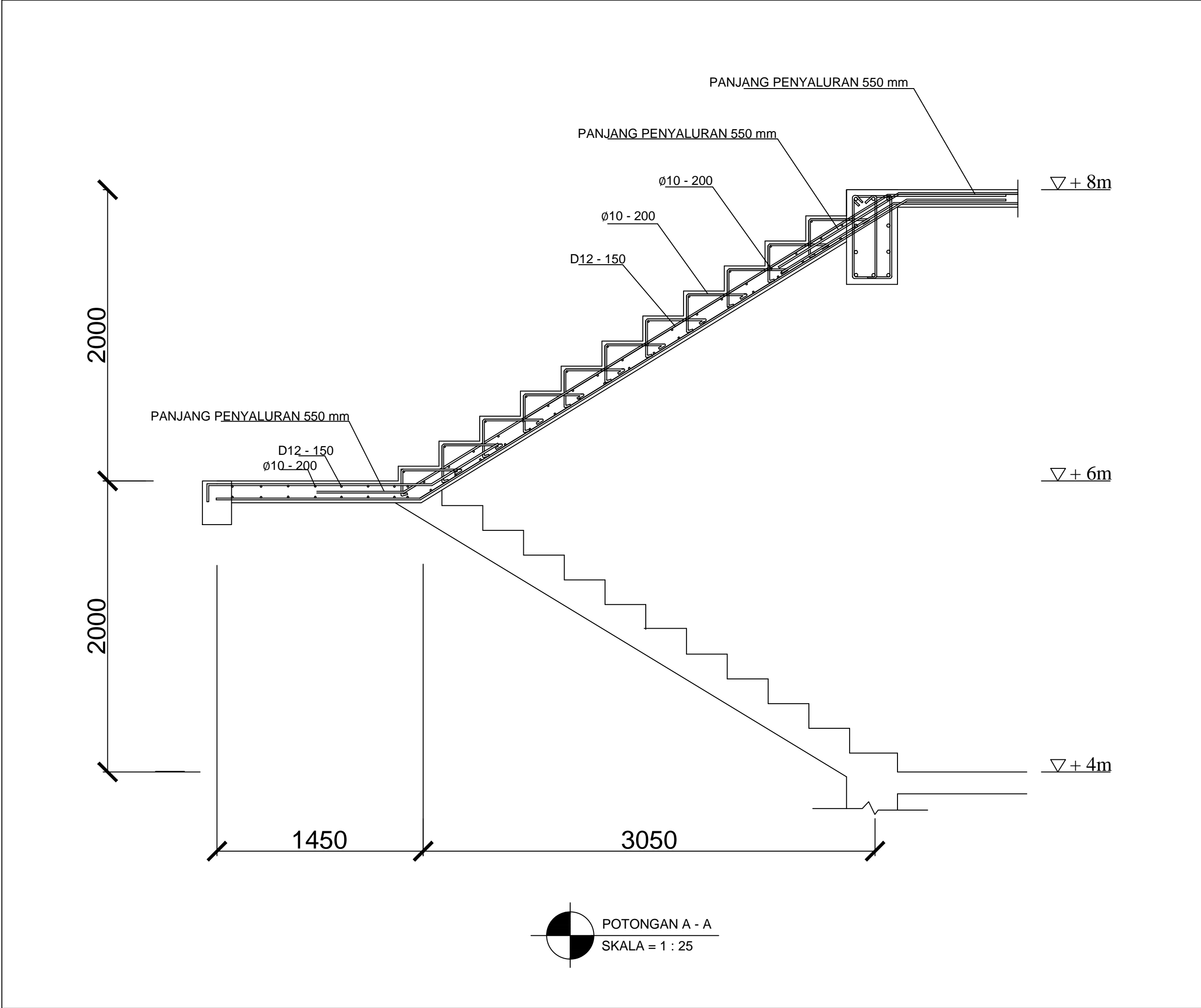
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
8	85



PERENCANAAN TANGGA A  
SKALA = 1 : 50



PENULANGAN TANGGA A  
SKALA = 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

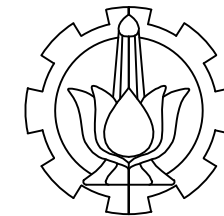
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL POTONGAN TANGGA A-A

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
9	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

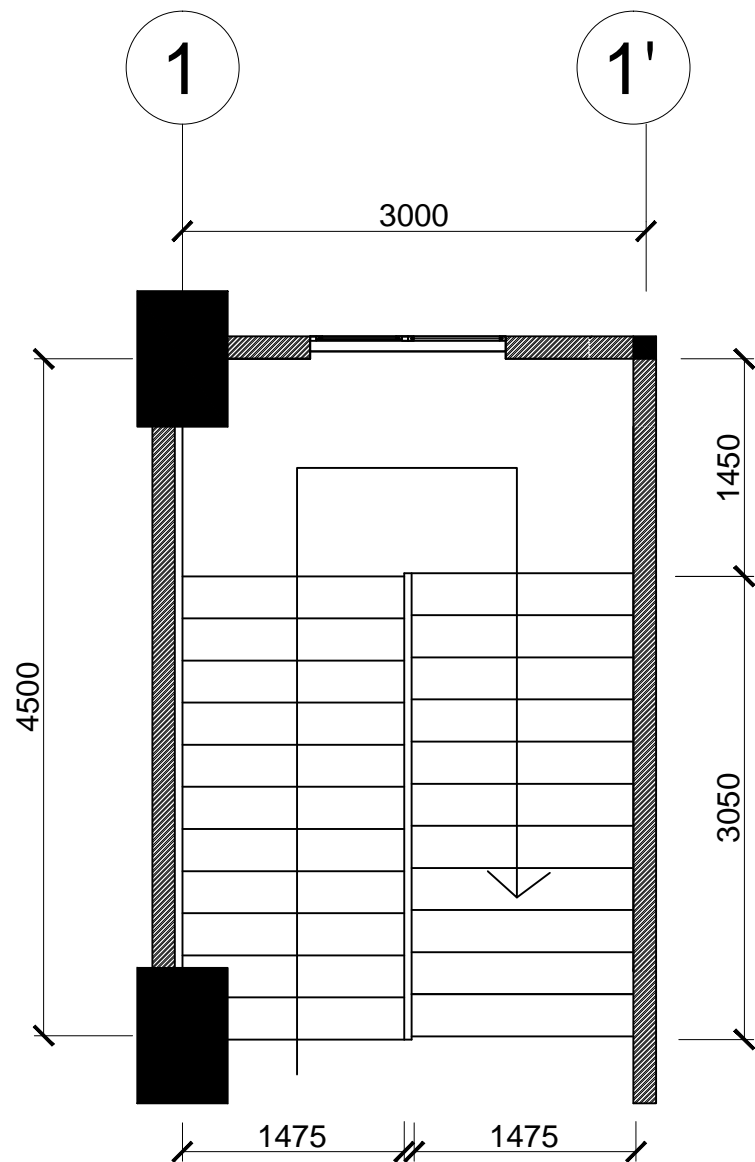
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

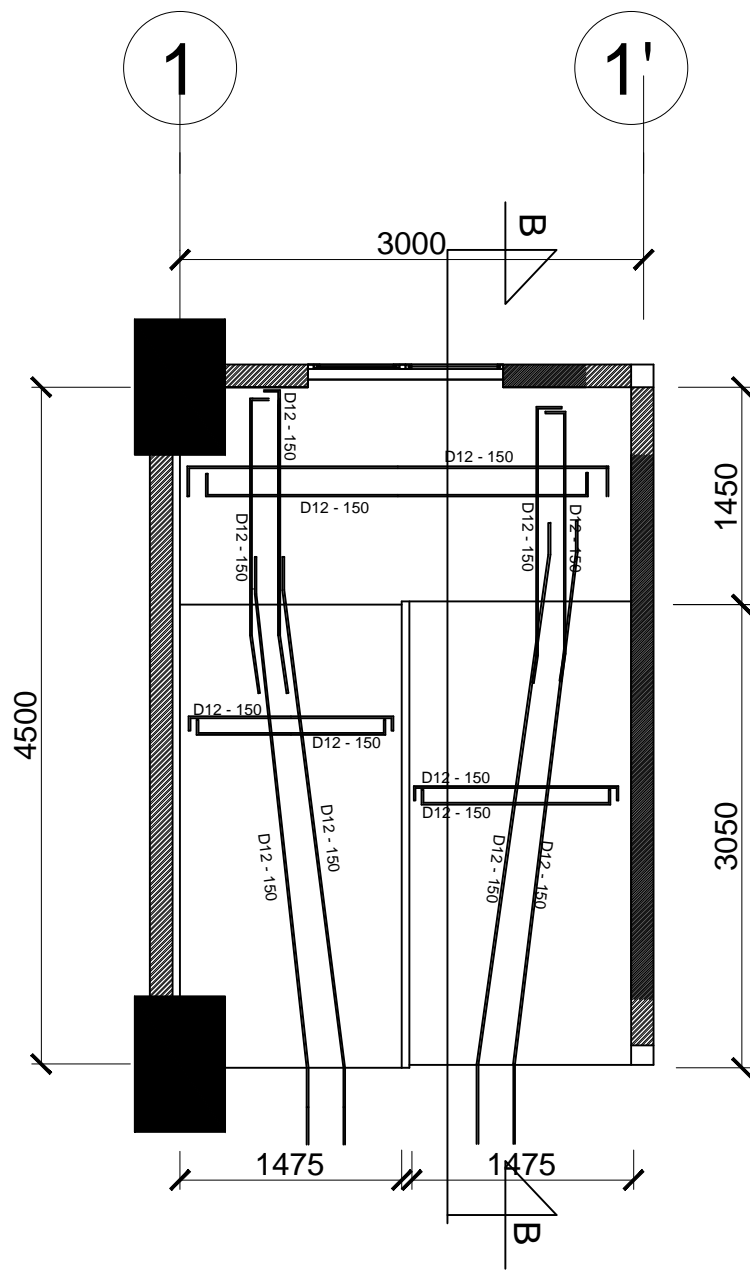
NAMA GAMBAR

PERENCANAAN TANGGA B

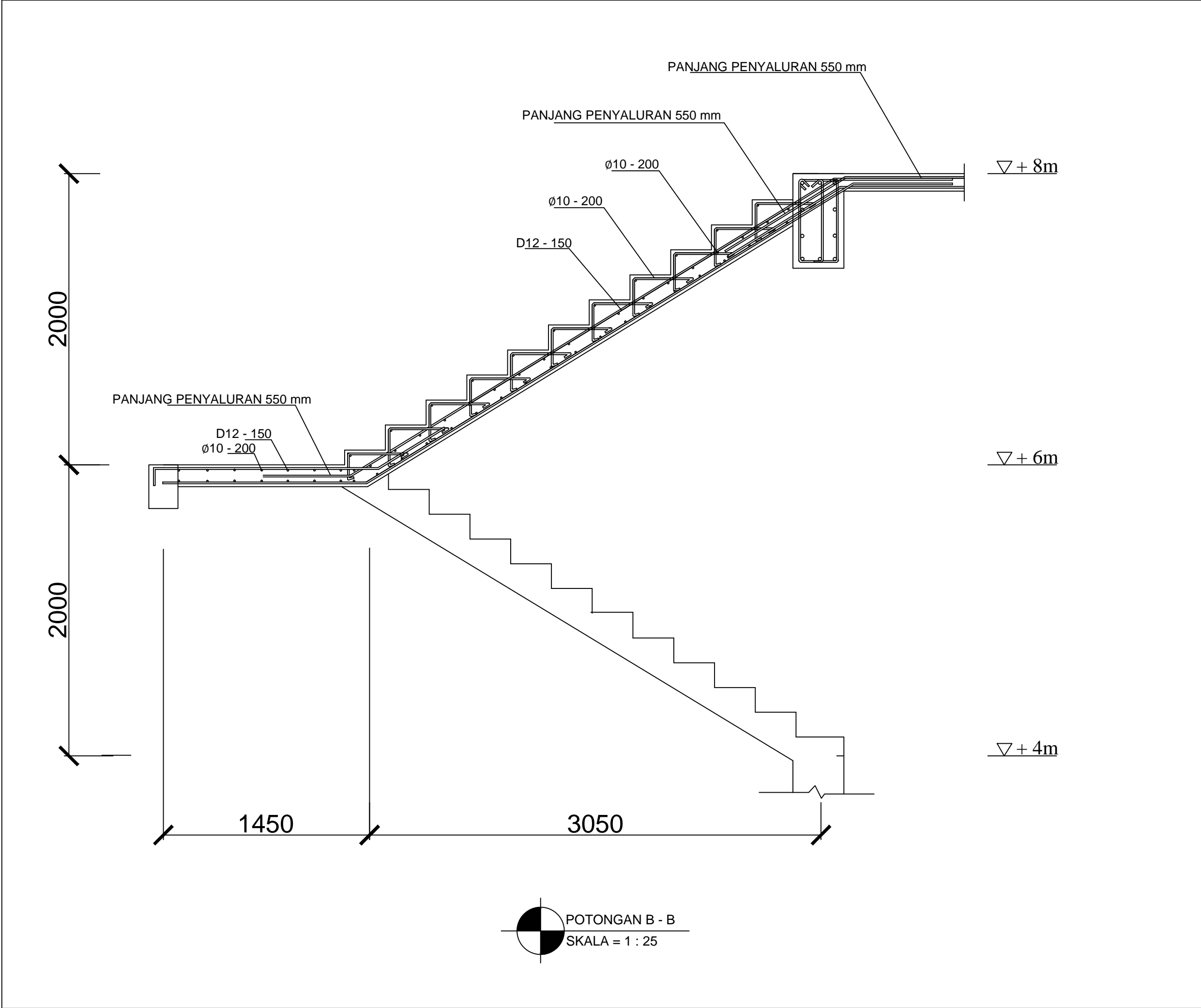
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
10	85



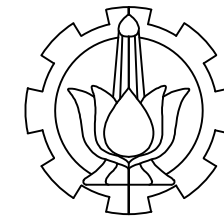
PERENCANAAN TANGGA B  
SKALA = 1 : 50



PENULANGAN TANGGA B  
SKALA = 1 : 50



<div></div> <div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS VOKASI DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL</div>	
JUDUL TUGAS AKHIR	
MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)	
DOSEN PEMBIMBING	
<div><u>Ir. SUNGKONO, CES.</u> NIP. 19591130 198601 1 001</div>	
NAMA MAHASISWA	
<div><u>YOSA CITRA ADITAMA</u> NRP. 10111410000037</div>	
KETERANGAN	
<div>FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN KONDISI TANAH = TANAH LUNAK MUTU BETON = 30 Mpa MUTU BAJA = 390 Mpa</div>	
NAMA GAMBAR	
DETAIL POTONGAN TANGGA B - B	
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
11	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DENAH PLAT TIPIKAL Lt 1-15

KODE GAMBAR

SKALA

STR

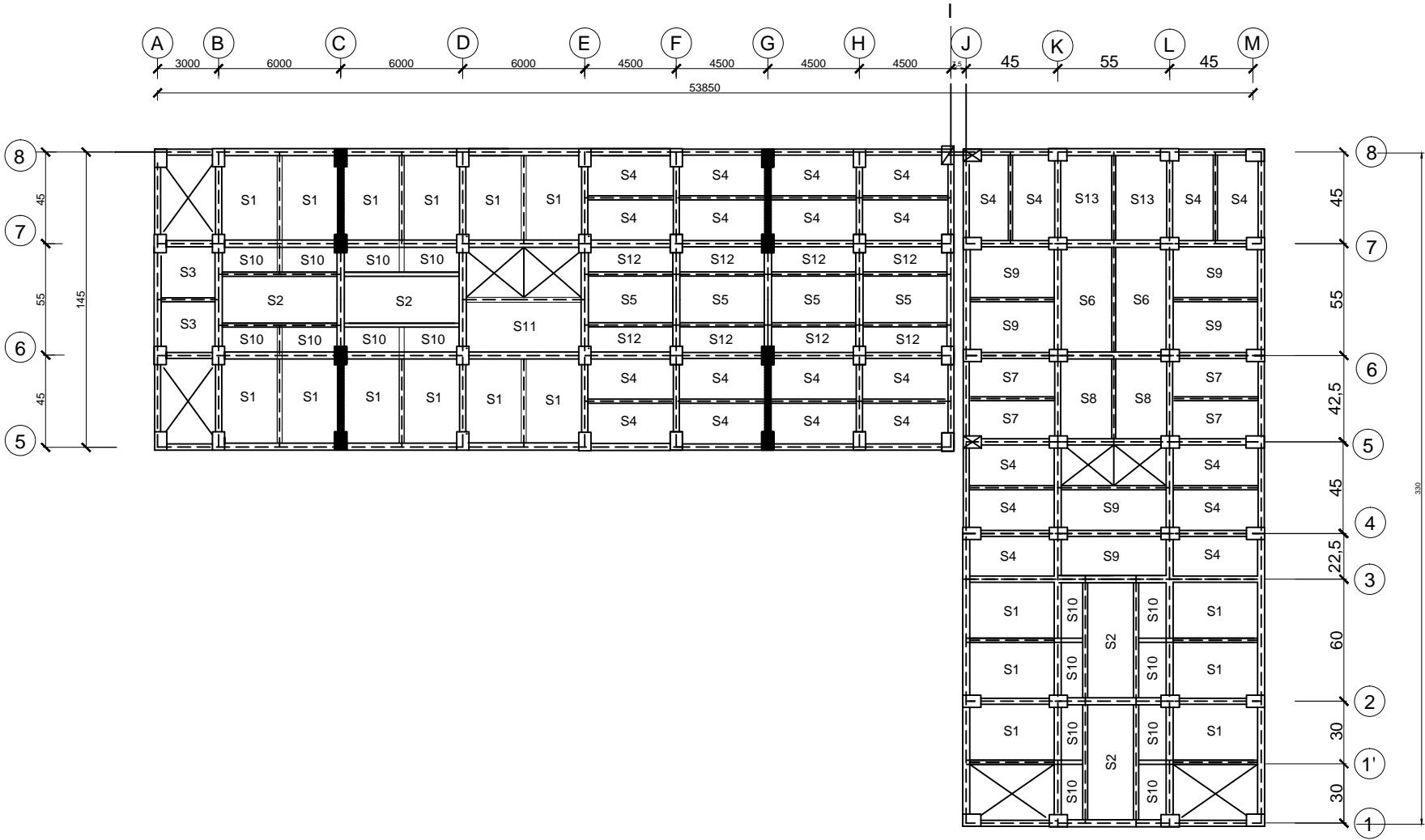
1 : 100

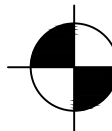
NO GAMBAR

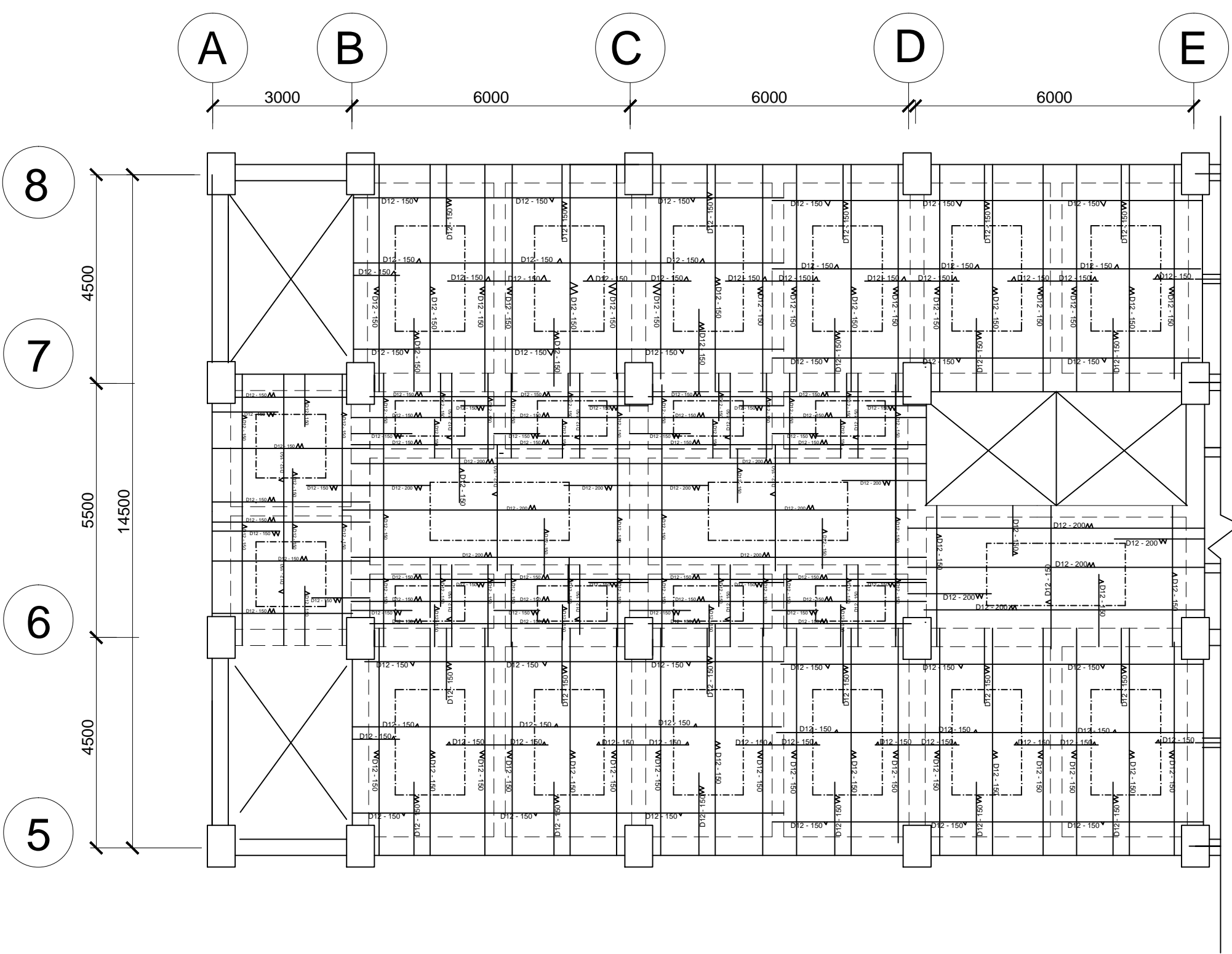
JUMLAH GAMBAR

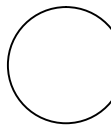
12

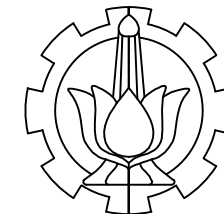
85



 DENAH PLAT TIPIKAL Lt 1-15  
SKALA = 1 : 100



 PENULANGAN PLAT SEGMENT 1  
SKALA = 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

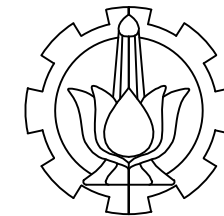
FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PLAT  
SEGMENT 1

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
13	85





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

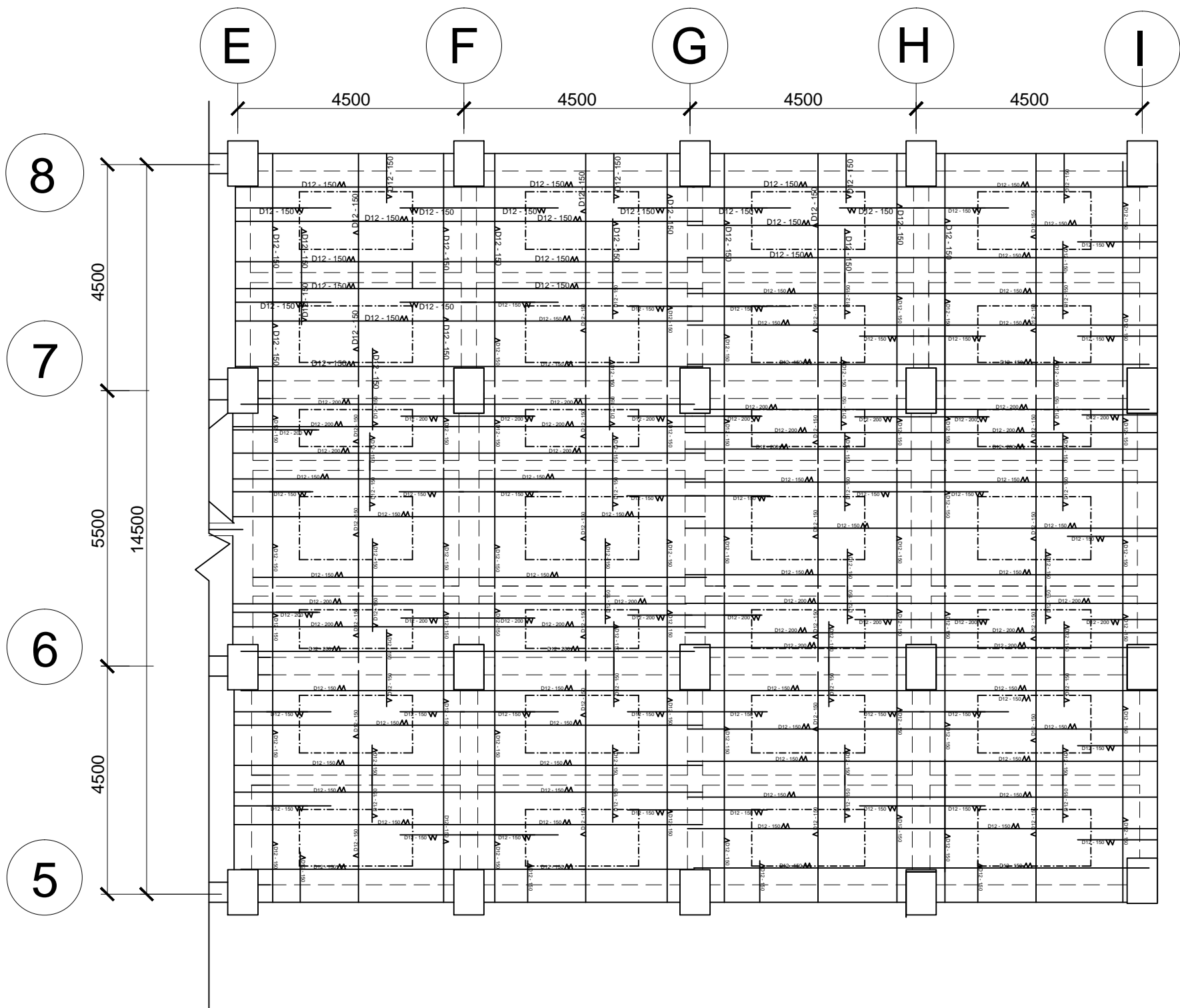
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

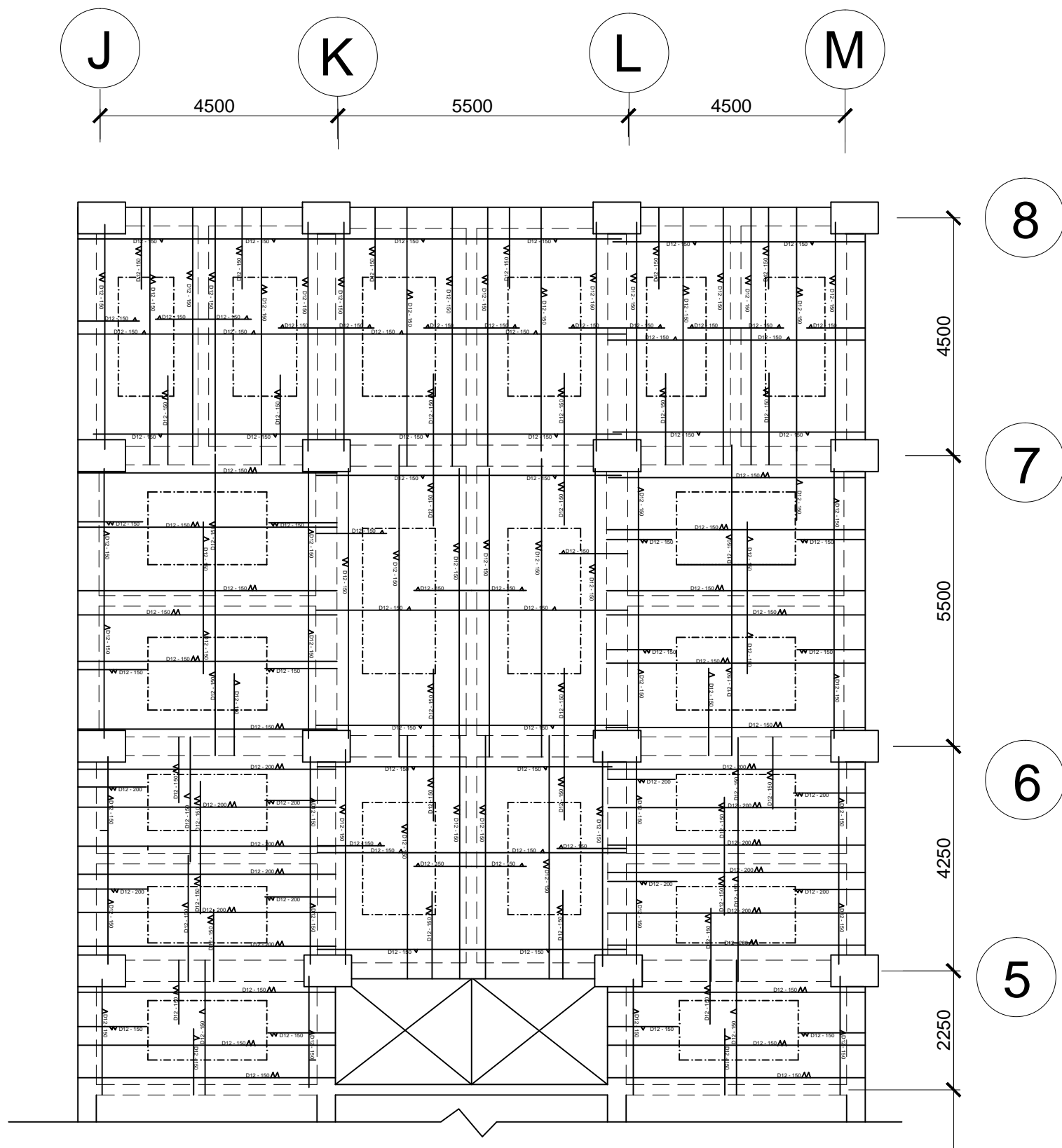
NAMA GAMBAR

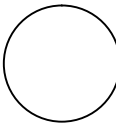
DETAIL PENULANGAN PLAT  
SEGMENT 2

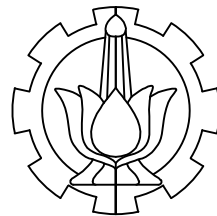
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
14	85



PENULANGAN PLAT SEGMENT 2  
SKALA = 1 : 50



 PENULANGAN PLAT SEGMENT 3  
SKALA = 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

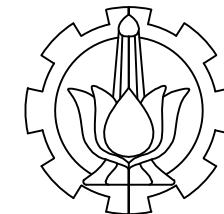
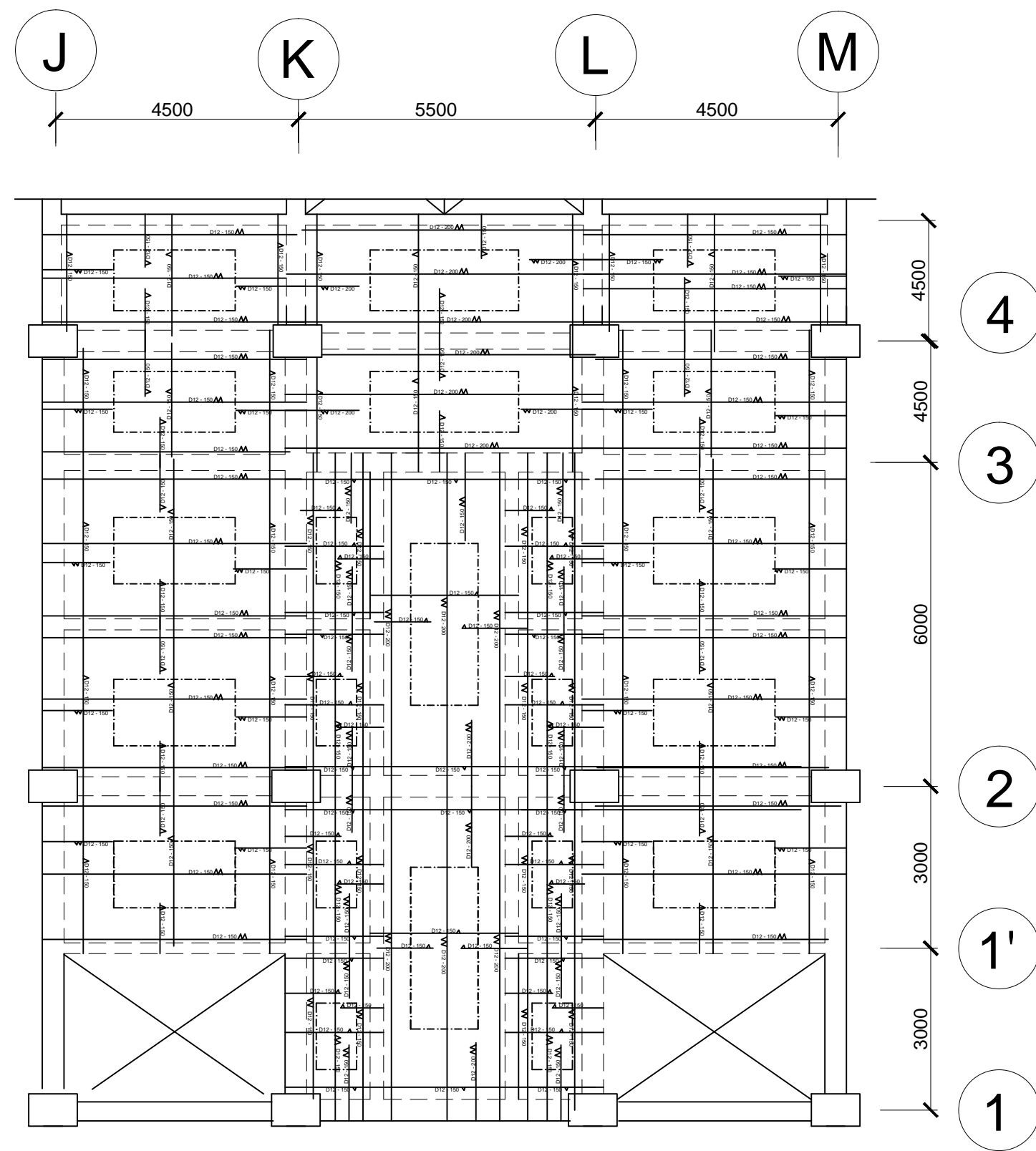
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PLAT  
SEGMENT 3

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
15	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

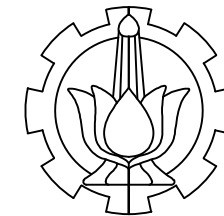
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PLAT  
SEGMENT 4

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
16	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DENAH BALOK Lt 1-15

KODE GAMBAR

SKALA

STR

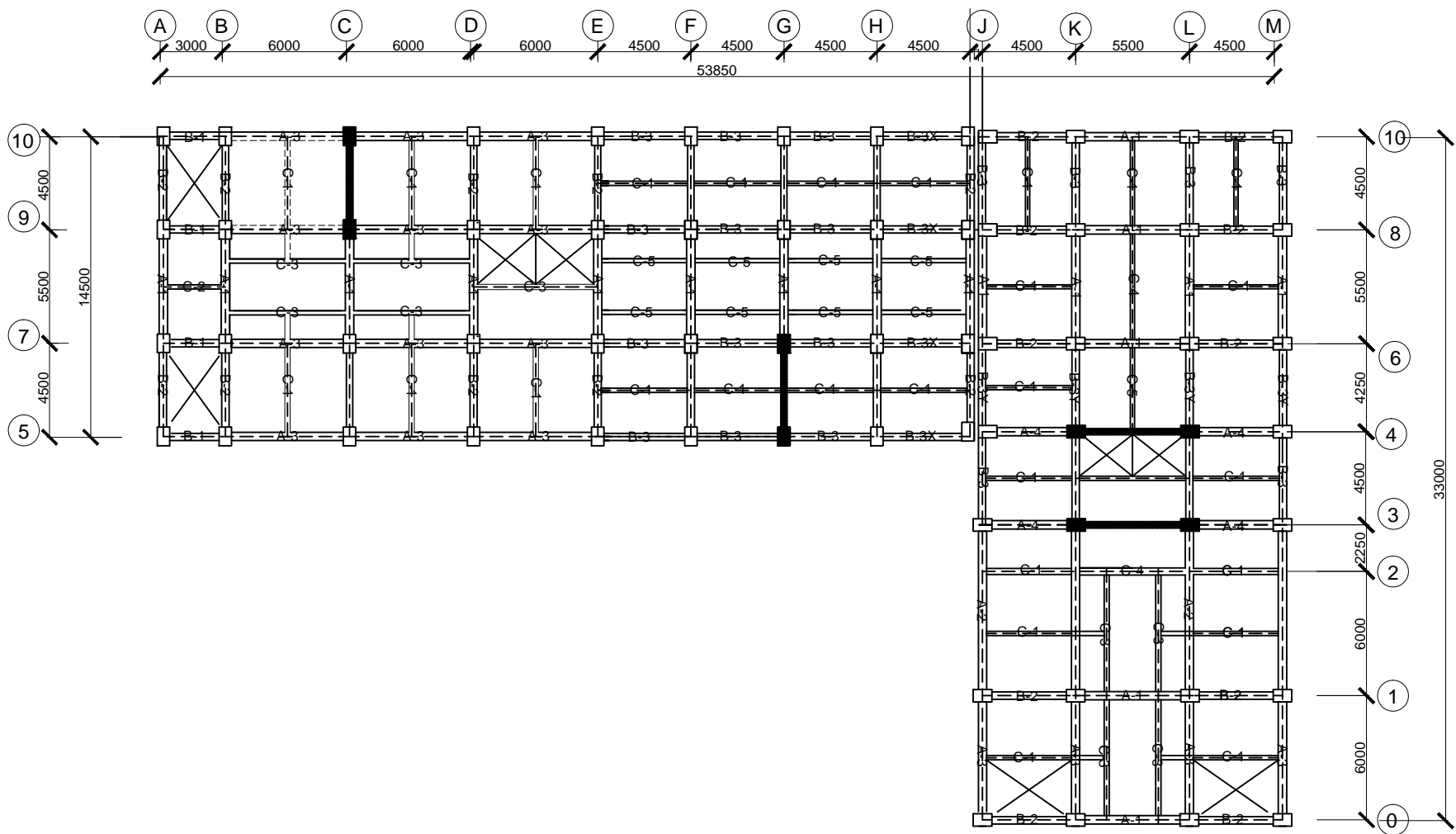
1 : 100

NO GAMBAR

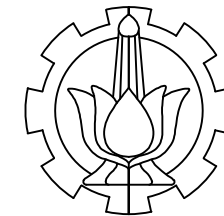
JUMLAH GAMBAR

17

85



DENAH BALOK Lt 1-15  
SKALA = 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

## JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

## DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

## NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

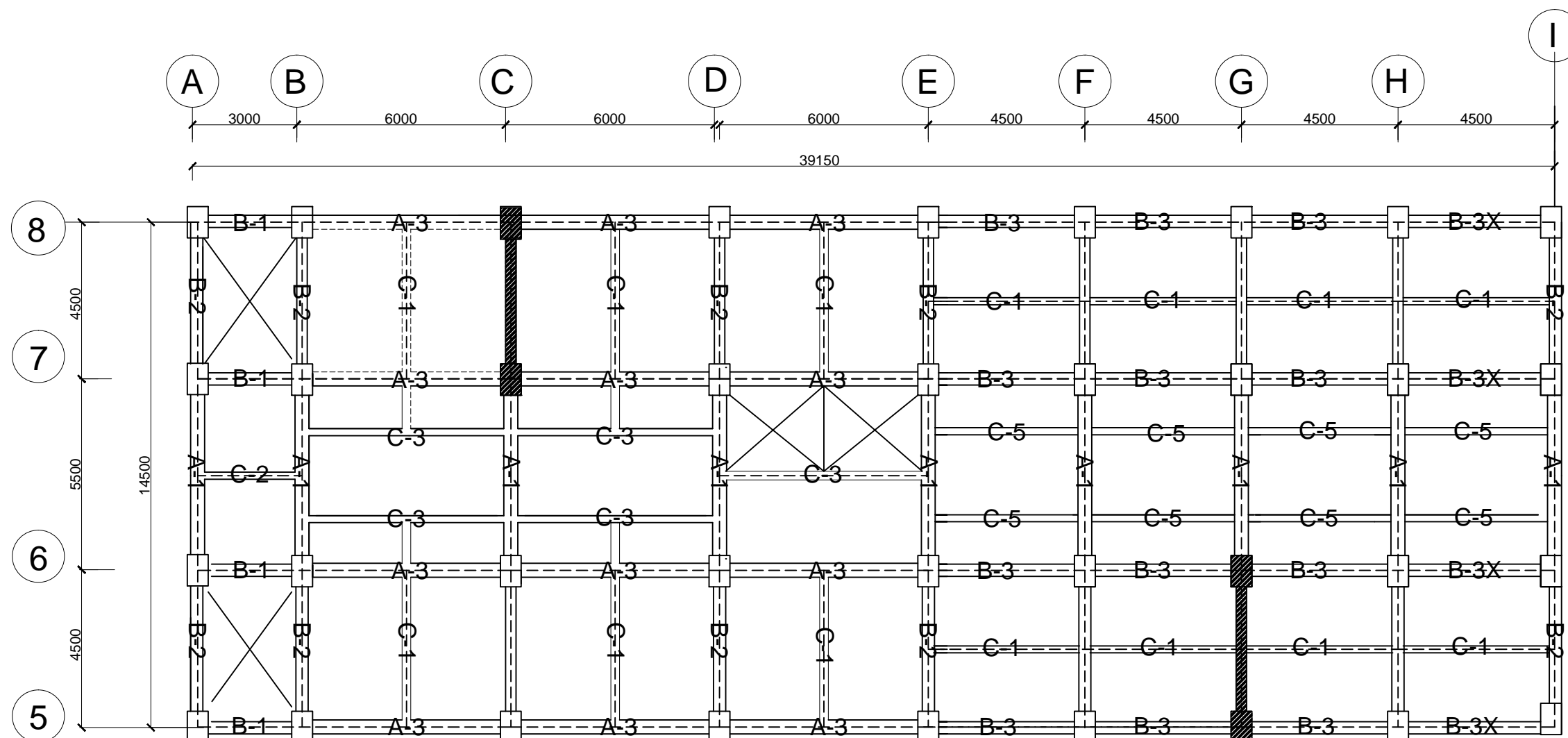
## KETERANGAN

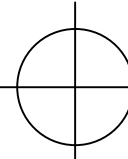
FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

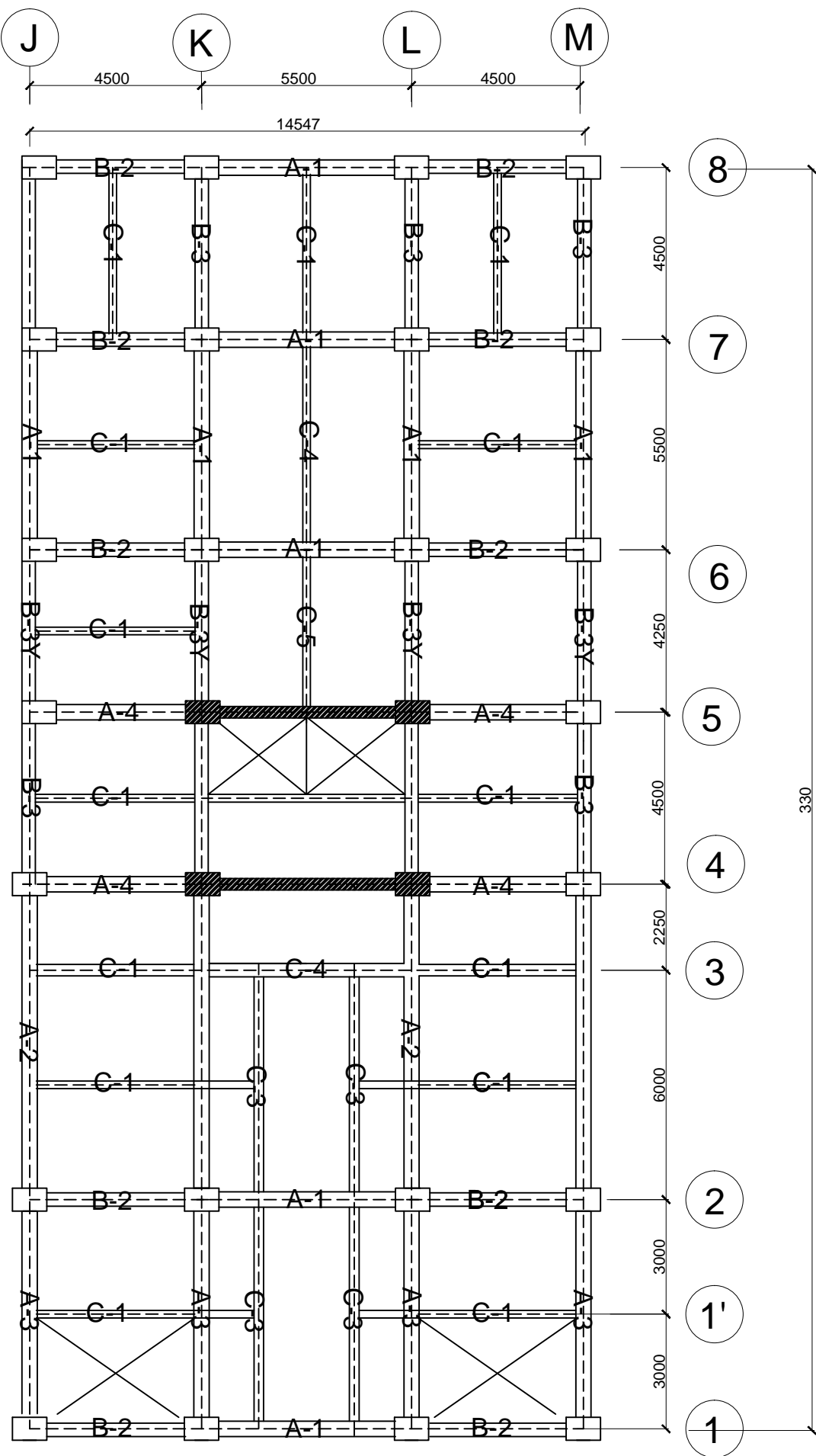
## NAMA GAMBAR

DENAH BALOK Lt 1-15 SEGMENT 1

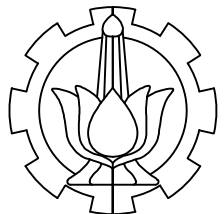
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 100
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
18	85



 DENAH BALOK Lt 1-15 SEGMENT 1  
SKALA = 1 : 100



DENAH BALOK Lt 1-15 SEGMENT 2  
SKALA = 1 : 100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

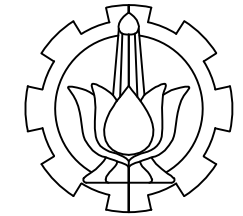
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DENAH BALOK Lt 1-15 SEGMENT 2

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 100
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
19	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

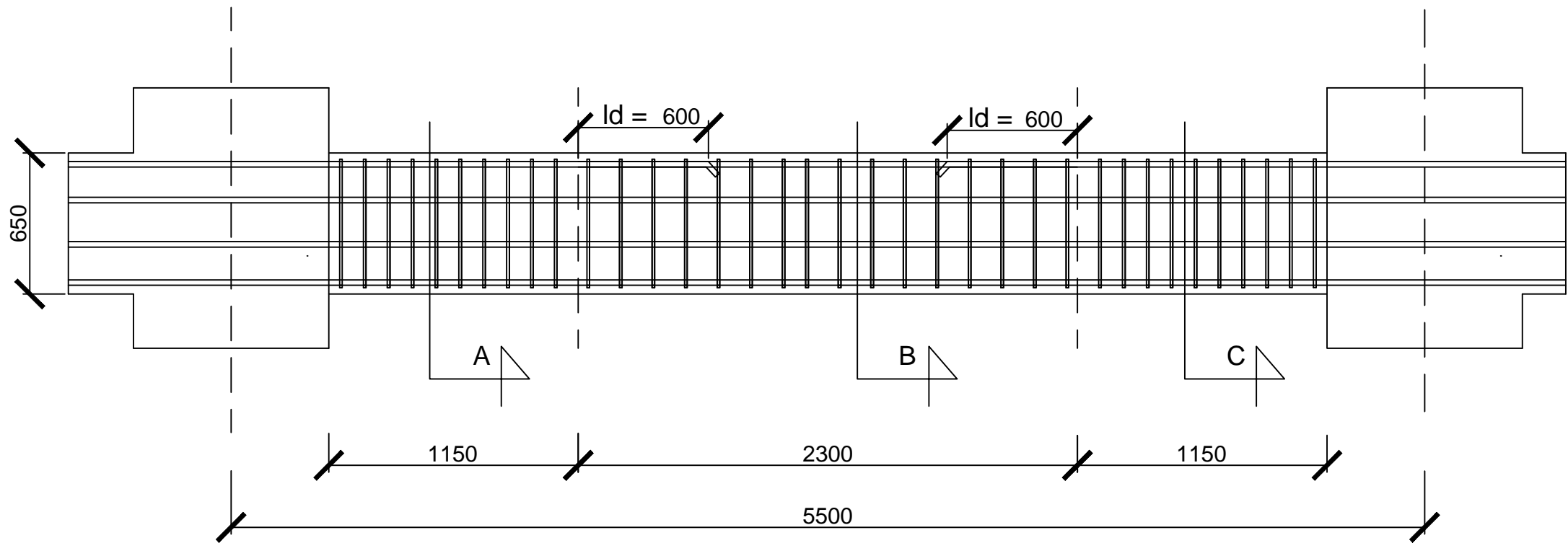
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

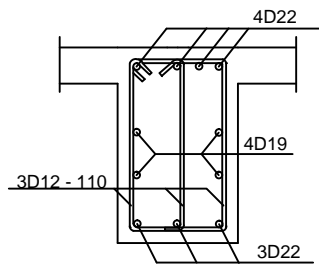
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK A1

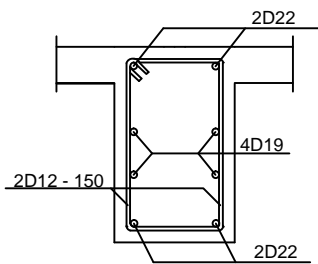
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
20	85



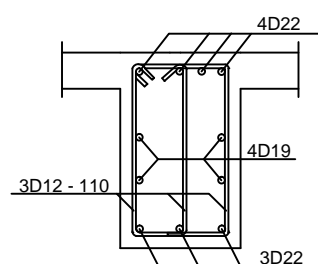
A1 PENULANGAN BALOK INDUK A1  
SKALA = 1 : 25



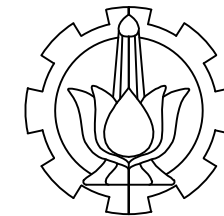
A1 POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



A1 POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



A1 POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

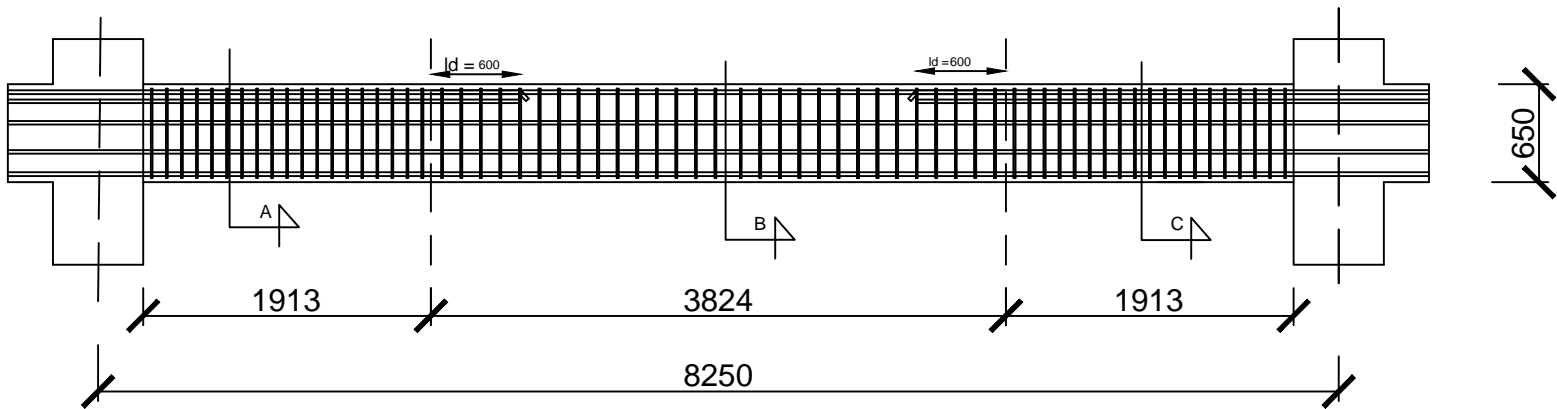
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

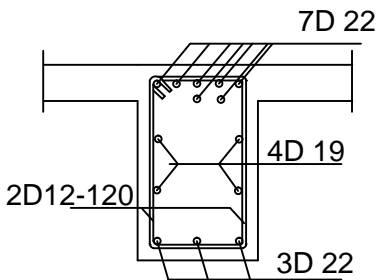
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK A2

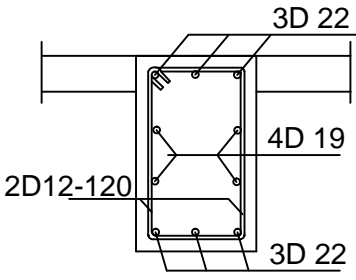
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
21	85



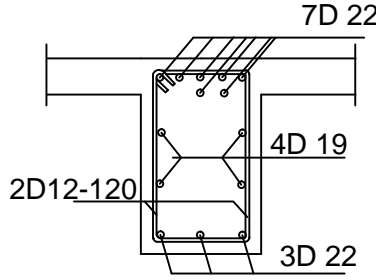
A2 PENULANGAN BALOK INDUK A2  
SKALA = 1 : 50



A2 POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 50

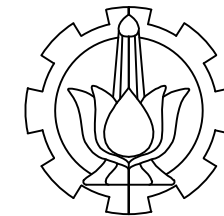


A2 POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 50



A2 POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 50





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

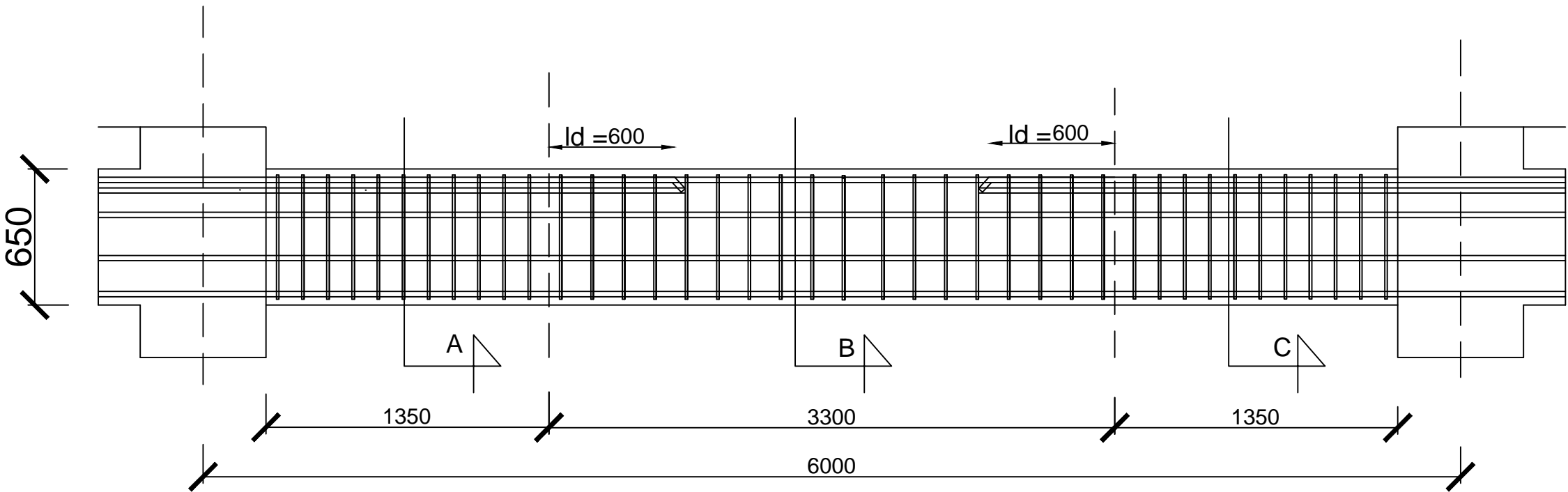
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

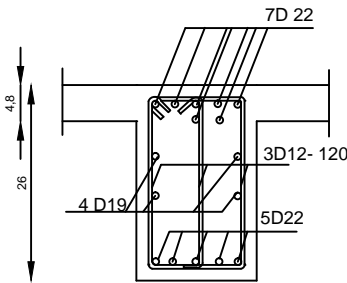
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK A3

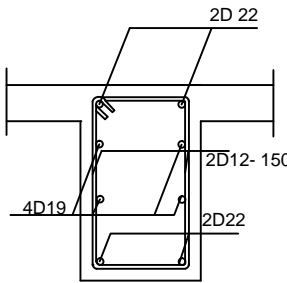
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
22	85



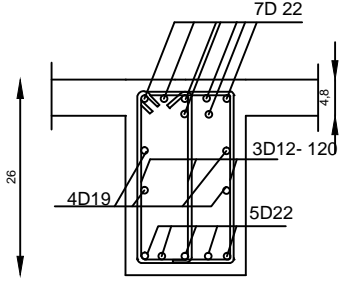
**A3** PENULANGAN BALOK INDUK A3  
SKALA = 1 : 25



**A3** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



**A3** POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



**A3** POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

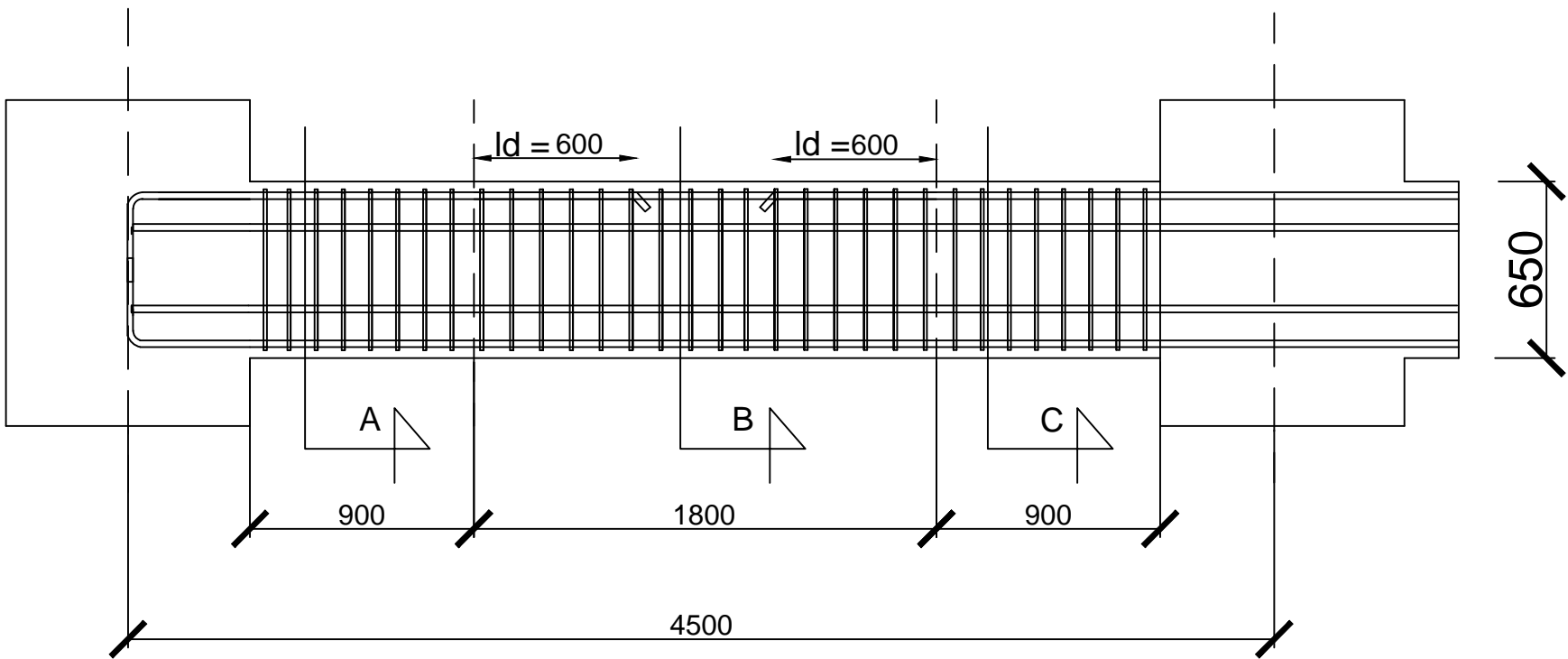
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

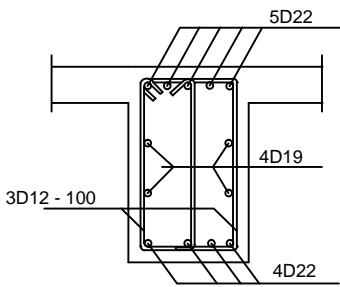
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK A4

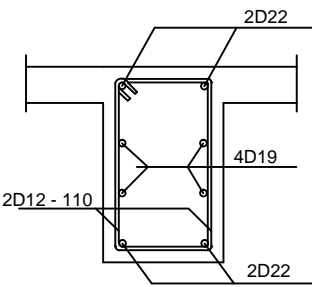
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
23	85



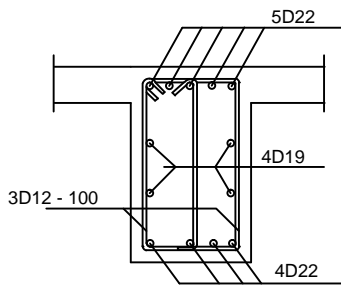
**A4** PENULANGAN BALOK INDUK A4  
SKALA = 1 : 25



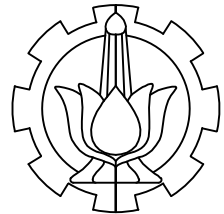
**A4** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



**A4** POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



**A4** POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

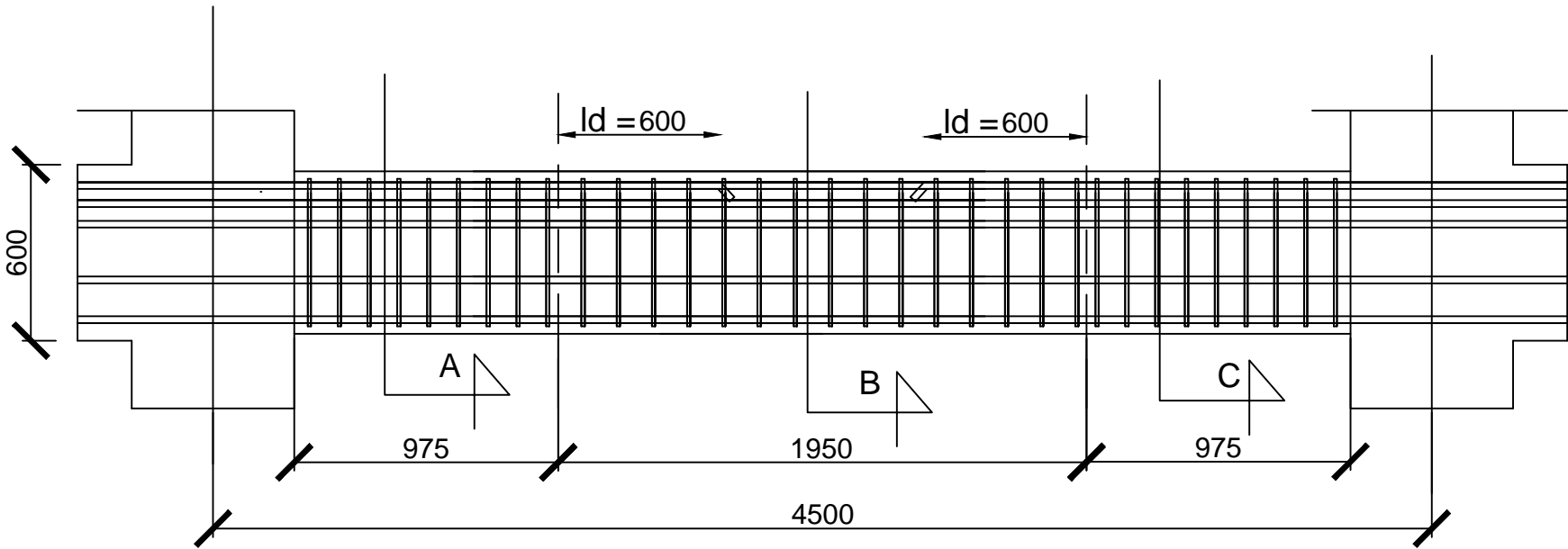
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

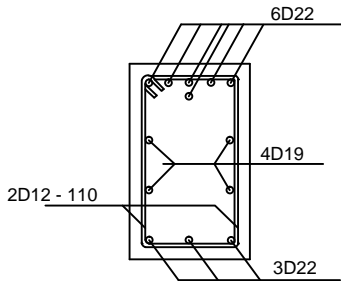
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK  
PENGHUBUNG SW 1

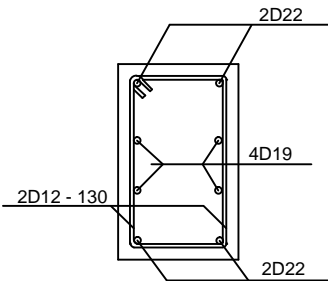
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
24	85



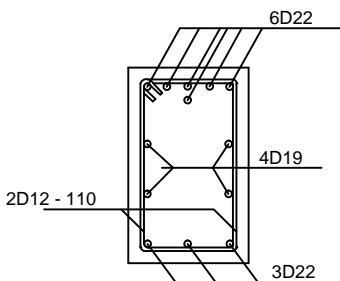
**SW1** PENULANGAN BALOK INDUK SW 1  
SKALA = 1 : 25



**POTONGAN A - A**  
SKALA = 1 : 25



**POTONGAN B - B**  
SKALA = 1 : 25



**POTONGAN C - C**  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

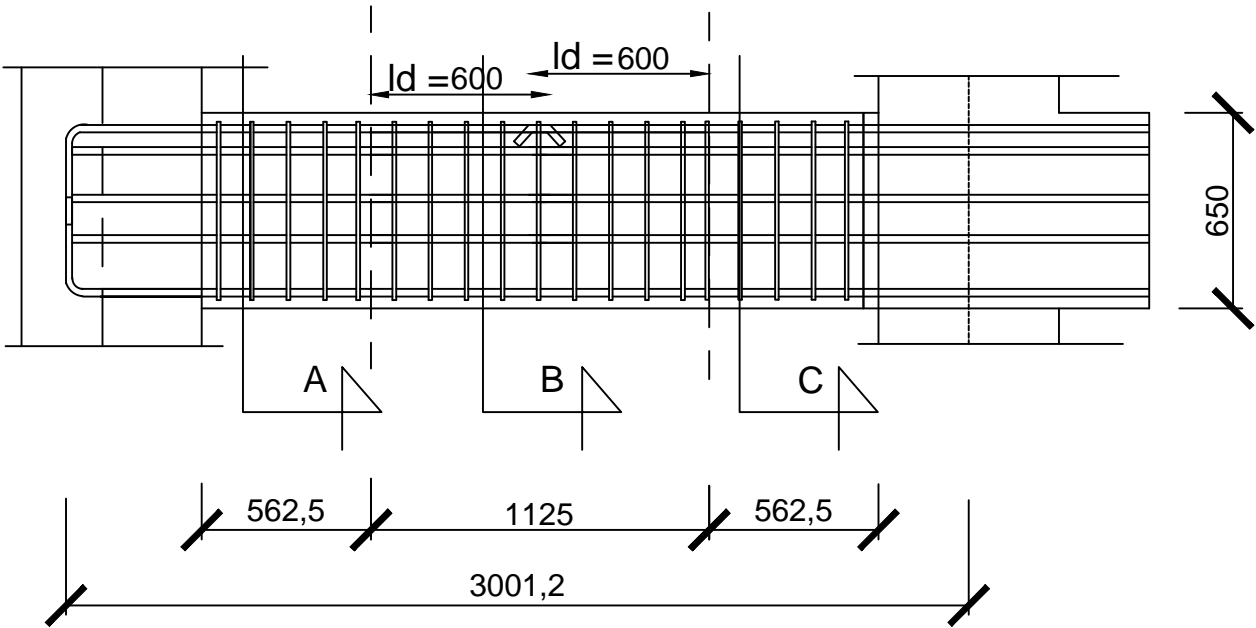
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

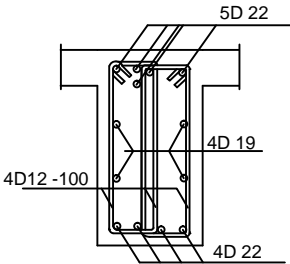
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK B1

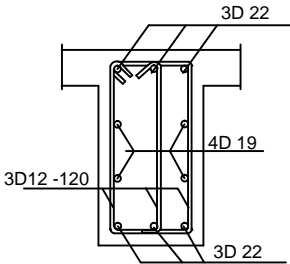
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
25	85



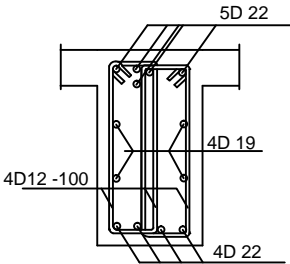
**B1** PENULANGAN BALOK INDUK B1  
SKALA = 1 : 25



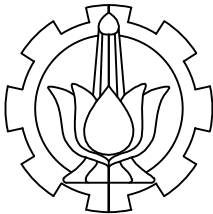
**B1** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



**B1** POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



**B1** POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

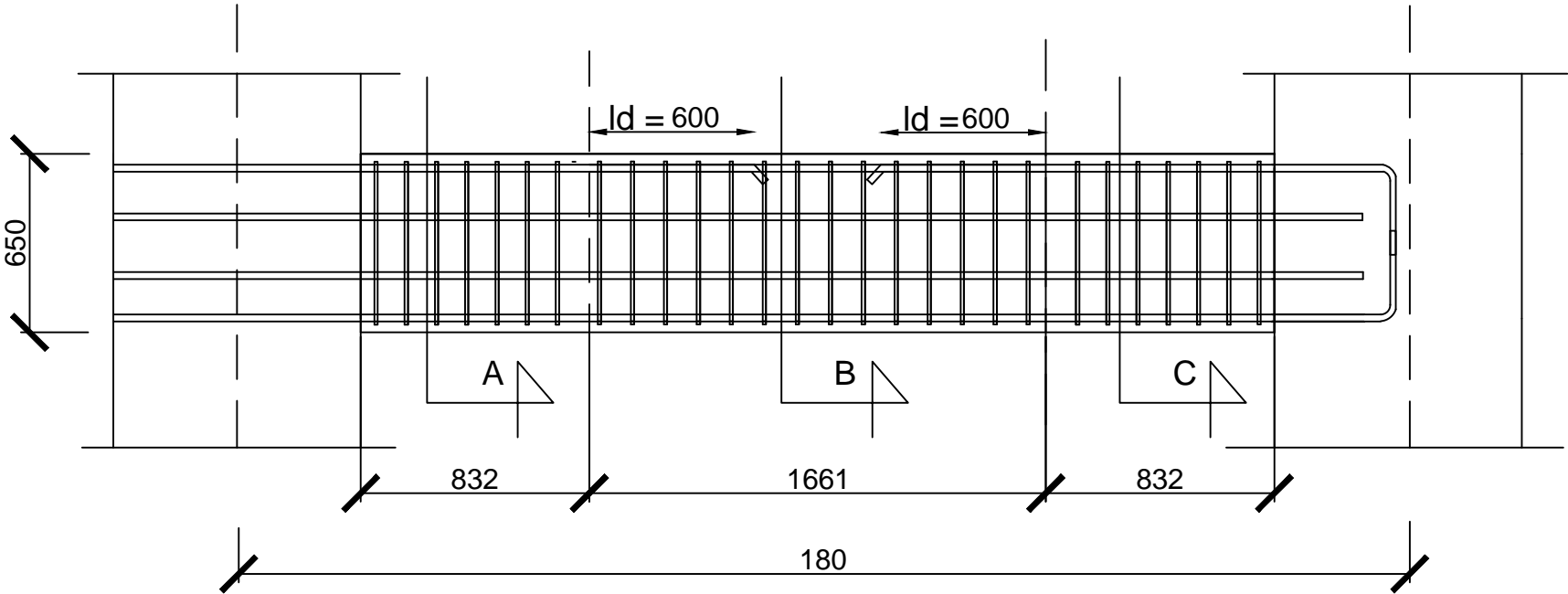
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

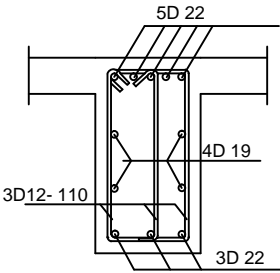
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK B2

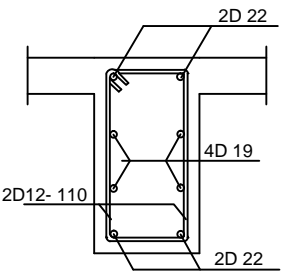
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
26	85



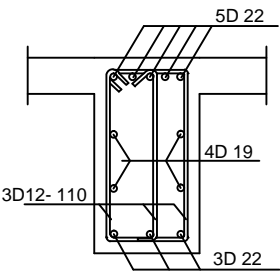
**B2** PENULANGAN BALOK INDUK B2  
SKALA = 1 : 25



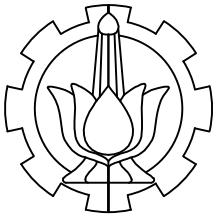
**B2** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



**B2** POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



**B2** POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

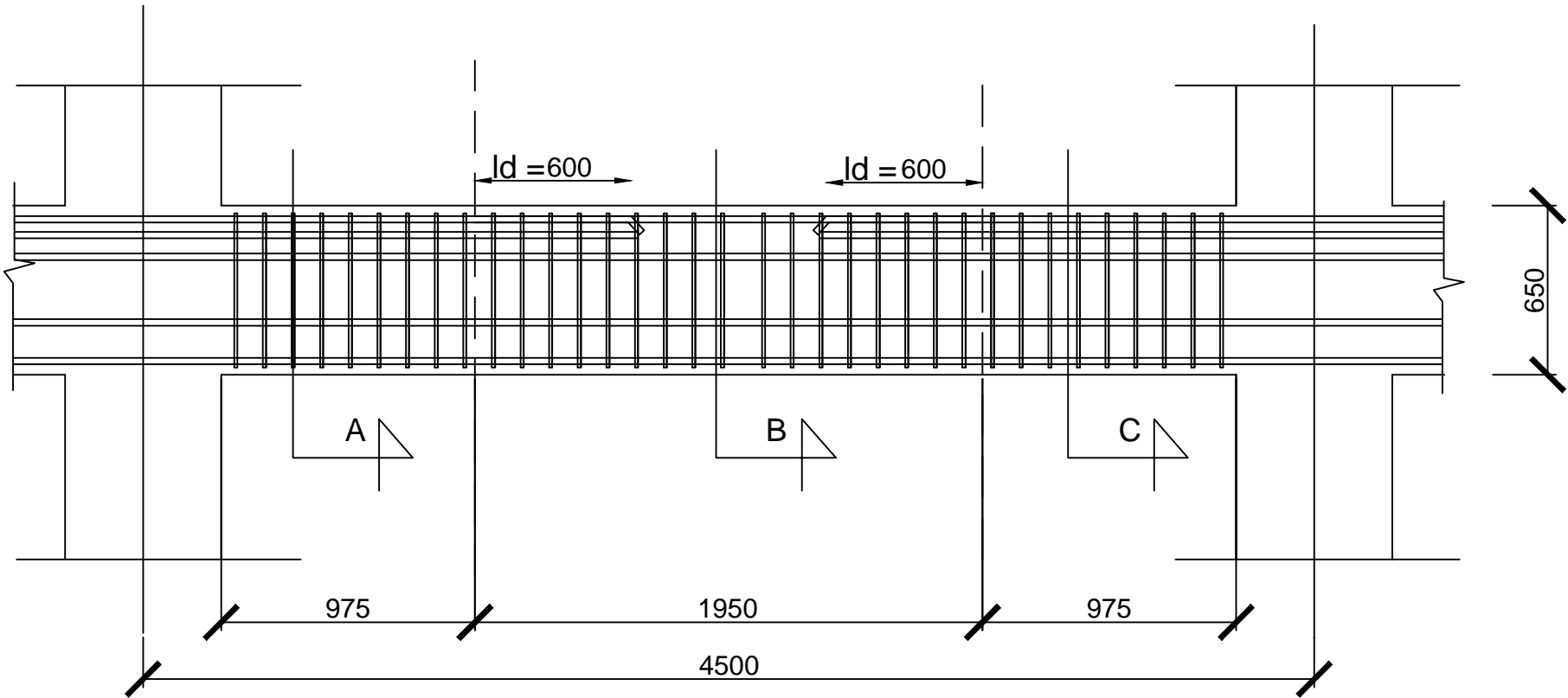
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

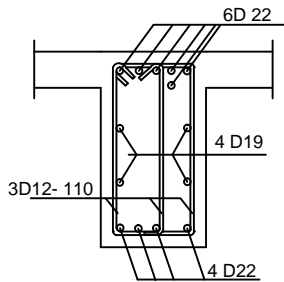
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK B3

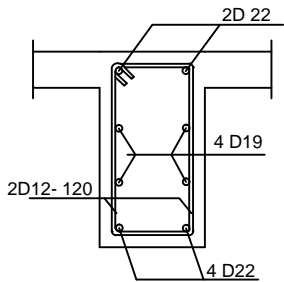
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
27	85



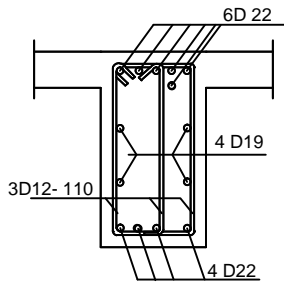
**B3** PENULANGAN BALOK INDUK B3  
SKALA = 1 : 25



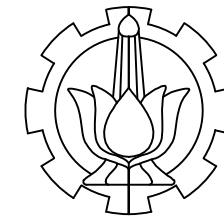
**B3** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



**B3** POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



**B3** POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

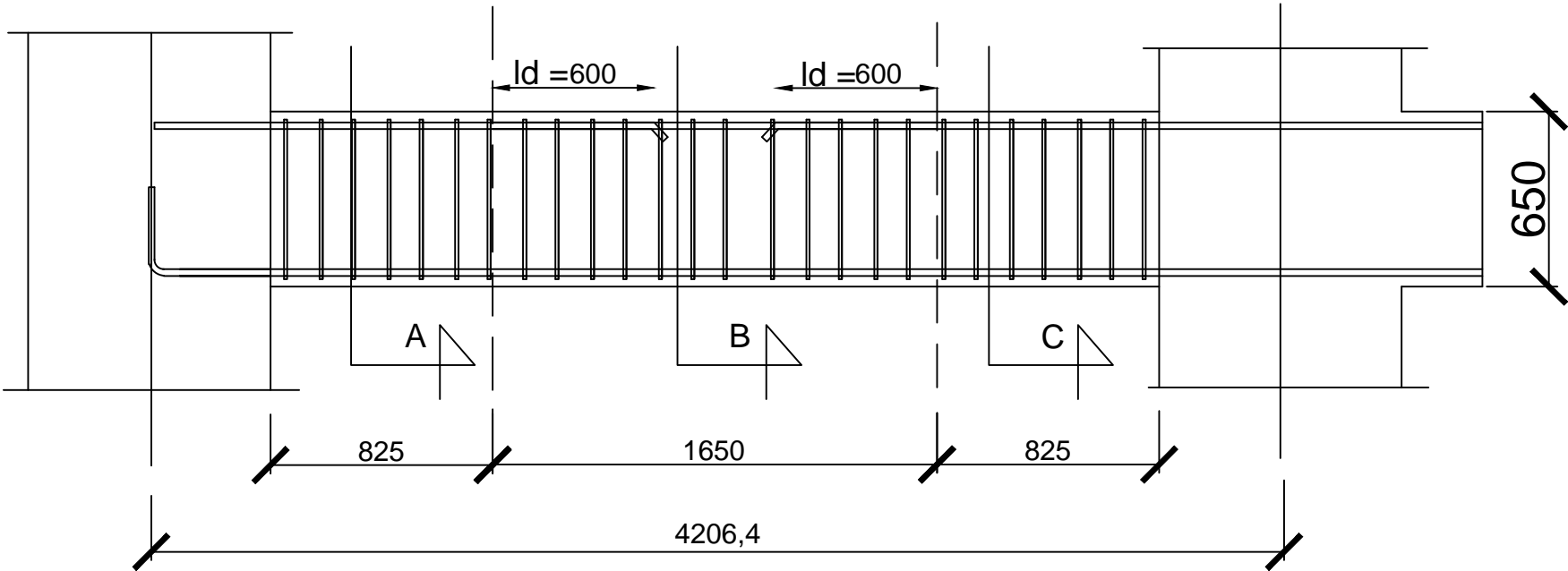
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

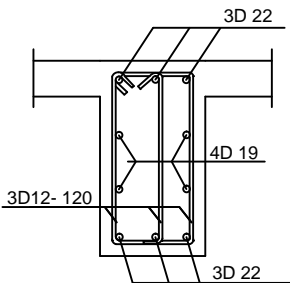
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK B-3X

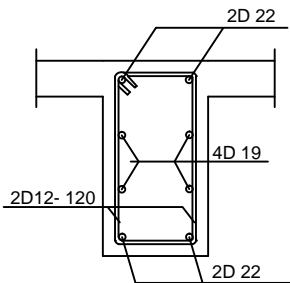
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
28	85



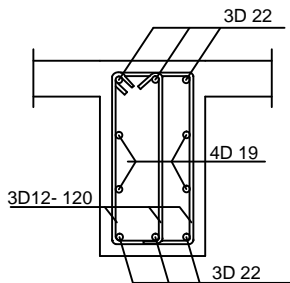
**B3X** PENULANGAN BALOK INDUK B3X  
SKALA = 1 : 25



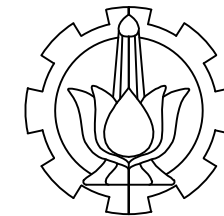
**B-3X** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



**B-3X** POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



**B-3X** POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

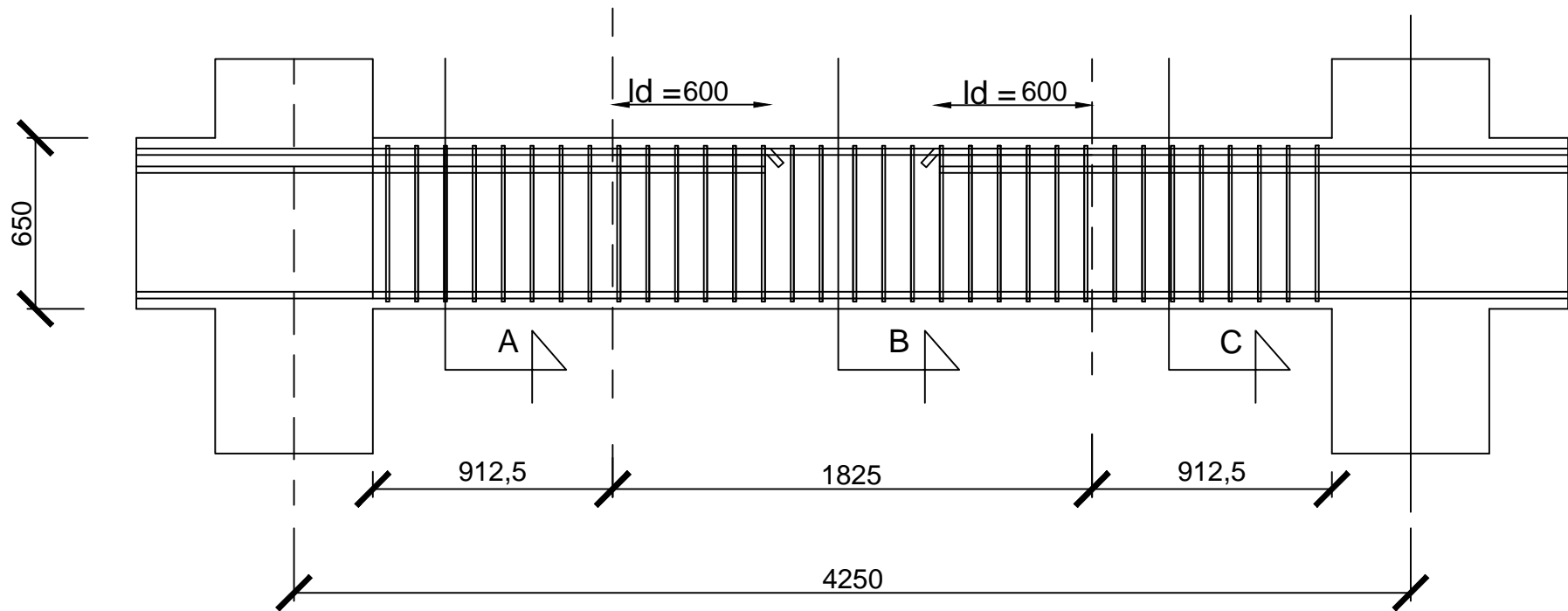
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

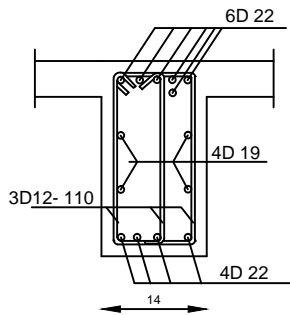
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK B-3Y

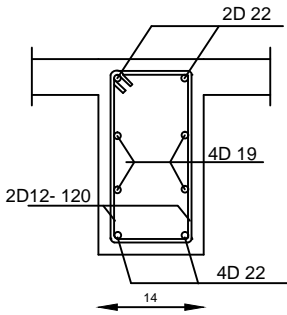
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
29	85



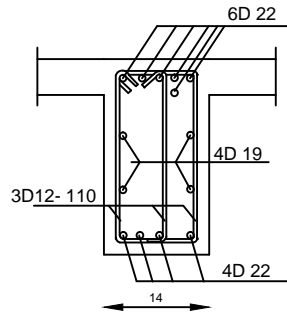
**B3Y** PENULANGAN BALOK INDUK B3Y  
SKALA = 1 : 25



**B-3Y** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25

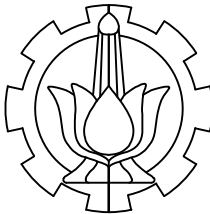


**B-3Y** POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



**B-3Y** POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.

NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA

NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

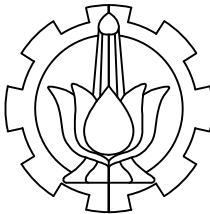
NAMA GAMBAR

REKAP PENULANGAN BALOK A1 - A4

KODE GAMBAR	SKALA
STR	
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
30	85

KODE BALOK	A1		A2	
POSISI BALOK	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
DIMENSI BALOK (mm)	400 X 650	400 X 650	400 X 650	400 X 650
TEBAL PLAT (mm)	120	120	120	120
JUMLAH TULANGAN ATAS	4D 22	2D 22	7D 22	3D 22
JUMLAH TULANGAN BAWAH	3D 22	2D 22	3D 22	3D 22
JUMLAH dan JARAK SENGKANG	3D12 - 110	2D12 - 150	2D12 - 120	2D12 - 120
JUMLAH TULANGAN SAMPING	4D19	4D19	4D19	4D19

KODE BALOK	A3		A4	
POSISI BALOK	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
DIMENSI BALOK (mm)	400 X 650	400 X 650	400 X 650	400 X 650
TEBAL PLAT (mm)	120	120	120	120
JUMLAH TULANGAN ATAS	7D 22	2D 22	5D 22	2D 22
JUMLAH TULANGAN BAWAH	5D 22	2D 22	4D 22	2D 22
JUMLAH dan JARAK SENGKANG	3D12 - 120	2D12 - 150	3D12 - 100	2D12 - 110
JUMLAH TULANGAN SAMPING	4D19	4D19	4D19	4D19



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.

NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA

NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

REKAP PENULANGAN BALOK B3 - SW 1

KODE GAMBAR

SKALA

STR

NO GAMBAR

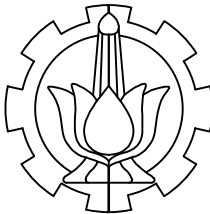
JUMLAH GAMBAR

31

85

KODE BALOK	SW - 1		B1	
POSISI BALOK	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
DIMENSI BALOK (mm)	400 X 600	400 X 600	350 X 650	350 X 650
TEBAL PLAT (mm)	120	120	120	120
JUMLAH TULANGAN ATAS	6D 22	2D 22	5D 22	3D 22
JUMLAH TULANGAN BAWAH	3D 22	2D 22	4D 22	3D 22
JUMLAH dan JARAK SENGKANG	2D12 - 110	2D12 - 130	4D12 - 100	3D12 - 120
JUMLAH TULANGAN SAMPING	4D19	4D19	4D19	4D19

KODE BALOK	B2		B3	
POSISI BALOK	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
DIMENSI BALOK (mm)	350 X 650	350 X 650	350 X 650	350 X 650
TEBAL PLAT (mm)	120	120	120	120
JUMLAH TULANGAN ATAS	5D 22	2D 22	6D 22	2D 22
JUMLAH TULANGAN BAWAH	3D 22	2D 22	4D 22	4D 22
JUMLAH dan JARAK SENGKANG	3D12 - 110	2D12 - 110	3D12 - 110	2D12 - 120
JUMLAH TULANGAN SAMPING	4D19	4D19	4D19	4D19



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

REKAP PENULANGAN BALOK B3X dan B 3Y

KODE GAMBAR

SKALA

STR

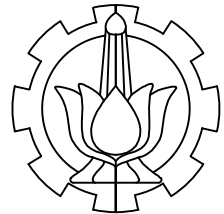
NO GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

32

85

KODE BALOK	B3 X		B3Y	
POSISI BALOK	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
DIMENSI BALOK (mm)	350 X 650	350 X 650	350 X 650	350 X 650
TEBAL PLAT (mm)	120	120	120	120
JUMLAH TULANGAN ATAS	3D 22	2D 22	6D 22	2D 22
JUMLAH TULANGAN BAWAH	3D 22	2D 22	4D 22	4D 22
JUMLAH dan JARAK SENGKANG	3D12 - 120	2D12 - 120	3D12 - 110	2D12 - 110
JUMLAH TULANGAN SAMPING	4D19	4D19	4D19	4D19



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

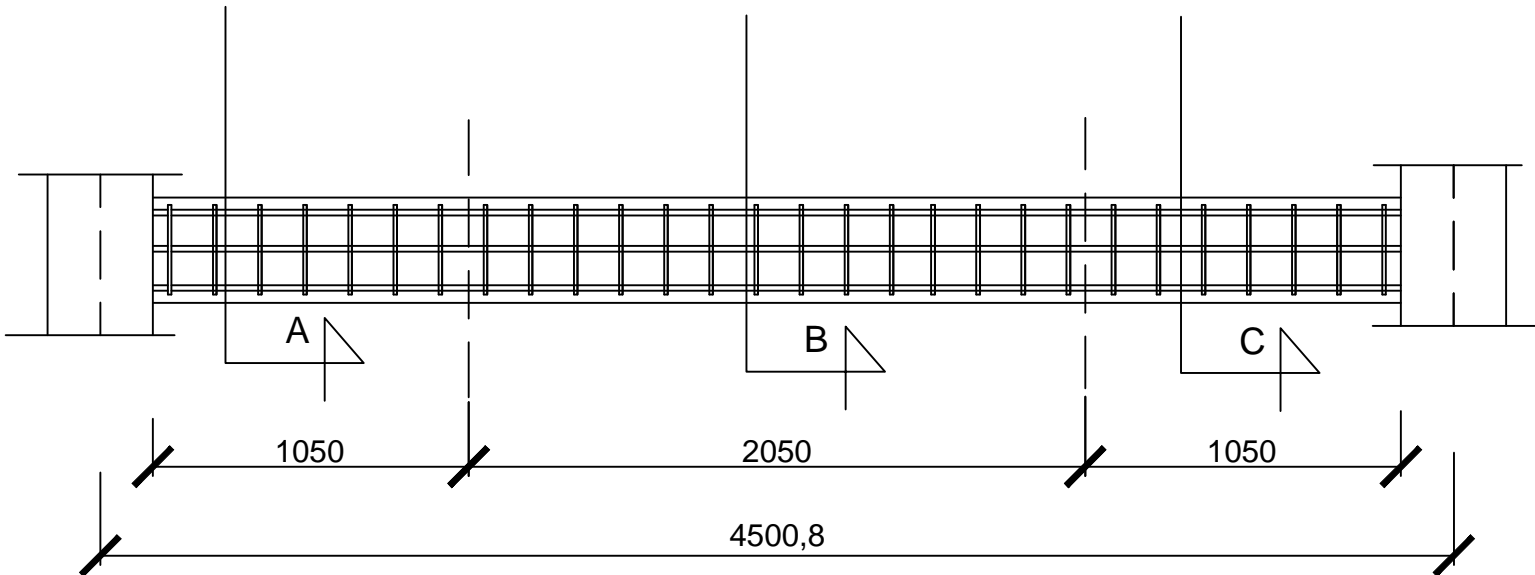
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

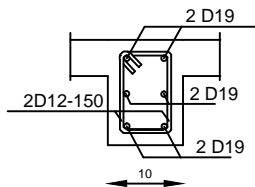
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK C1

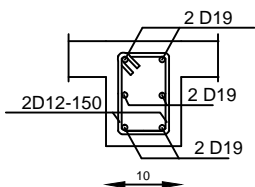
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
33	85



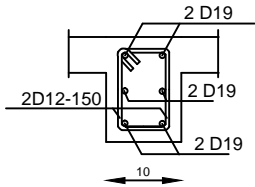
C1 PENULANGAN BALOK ANAK C1  
SKALA = 1 : 25



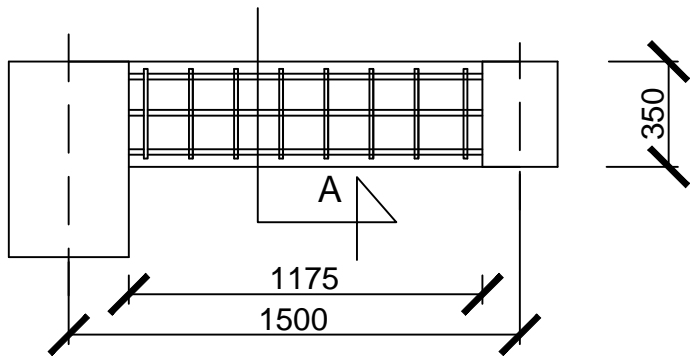
C1 POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



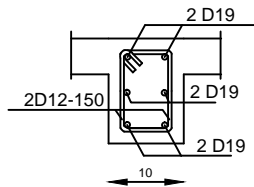
C1 POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



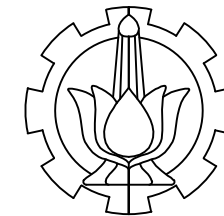
C1 POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25



C1A PENULANGAN BALOK ANAK C 1A  
SKALA = 1 : 25



C1A POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

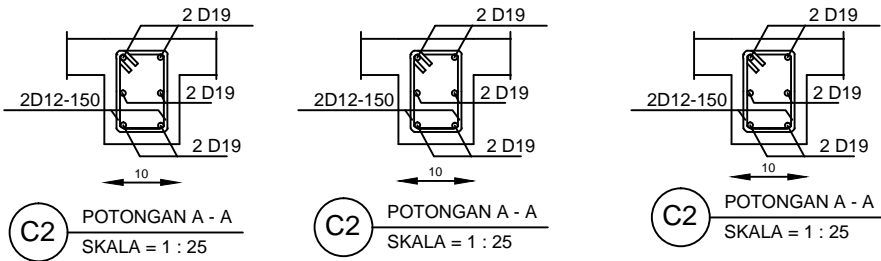
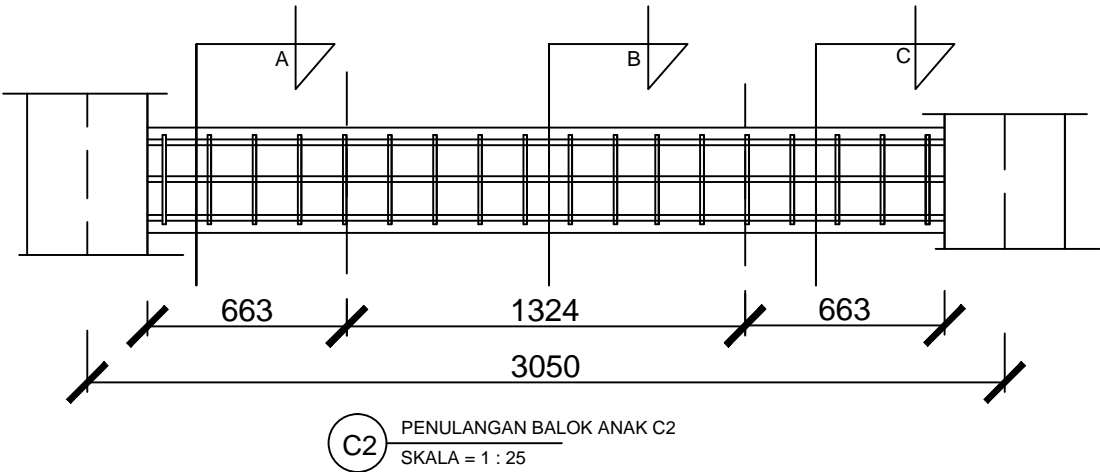
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK C2

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
34	85





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

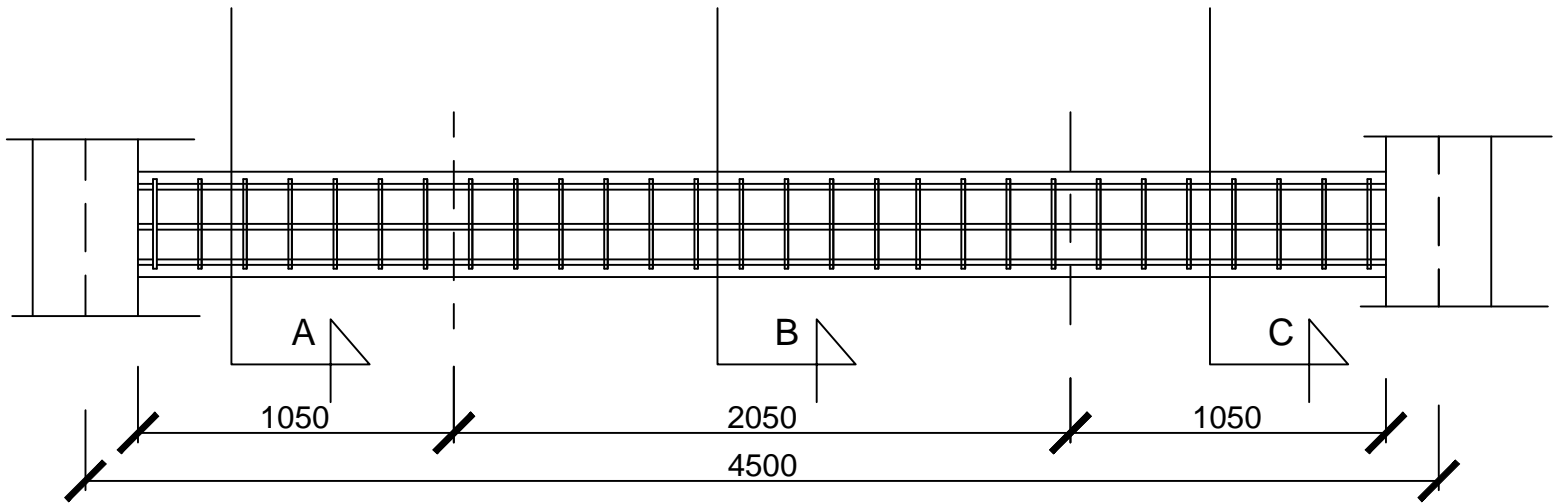
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

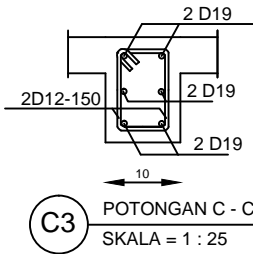
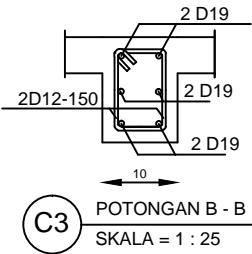
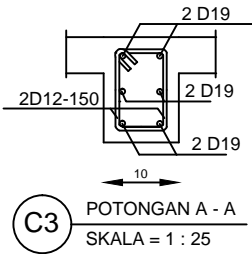
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK C3

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
35	85



**C3** PENULANGAN BALOK ANAK C3  
SKALA = 1 : 25





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

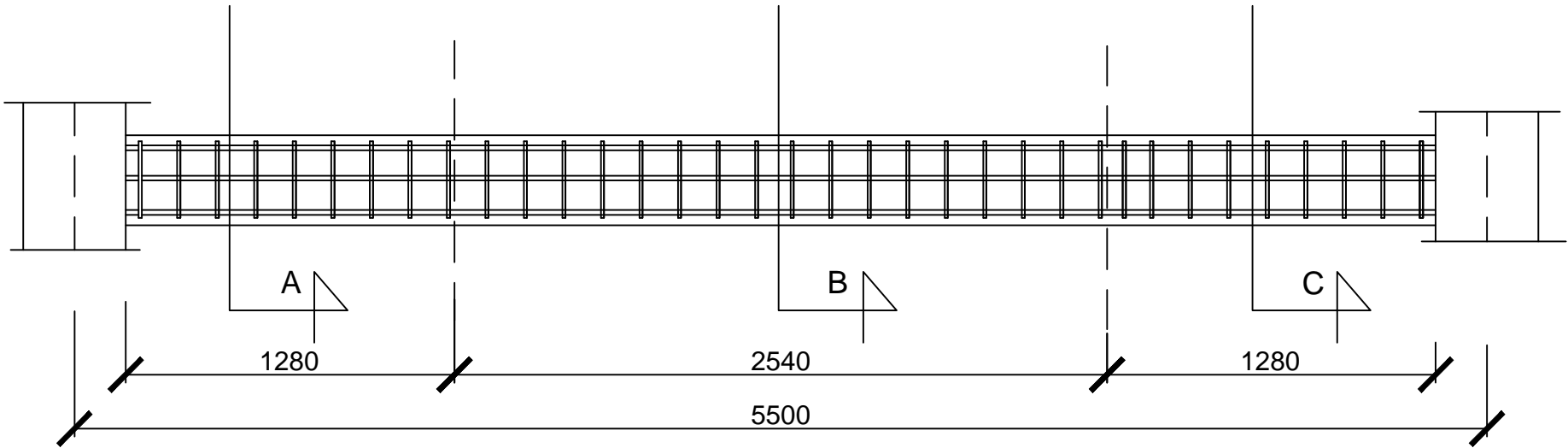
DETAIL PENULANGAN BALOK C4

KODE GAMBAR      SKALA

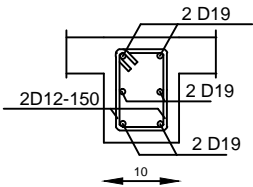
STR      1 : 25

NO GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

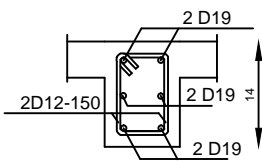
36      85



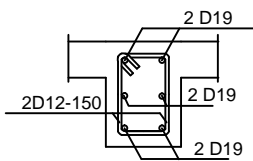
C4 PENULANGAN BALOK ANAK C4  
SKALA = 1 : 25



C4 POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



C4 POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



C4 POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

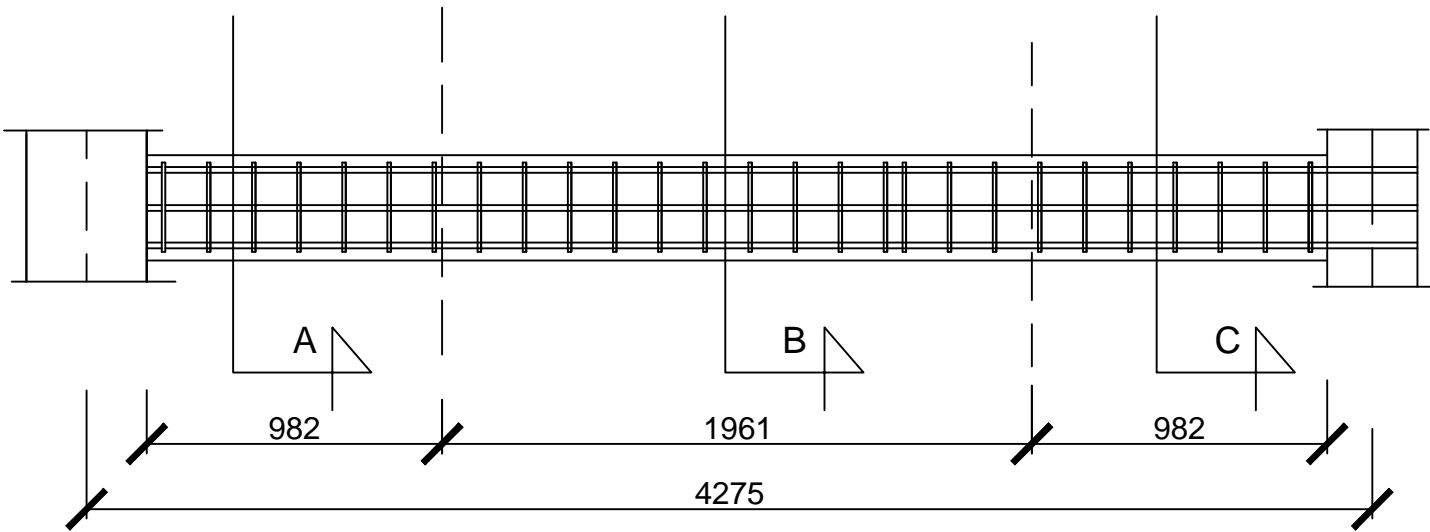
DETAIL PENULANGAN BALOK C5

KODE GAMBAR                      SKALA

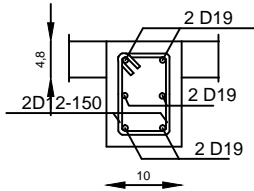
STR                                      1 : 25

NO GAMBAR                      JUMLAH GAMBAR

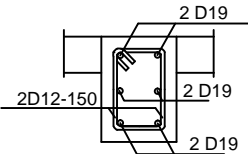
37                                      85



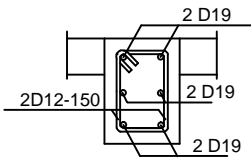
**C5** PENULANGAN BALOK ANAK C5  
SKALA = 1 : 25



**C5** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



**C5** POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



**C5** POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

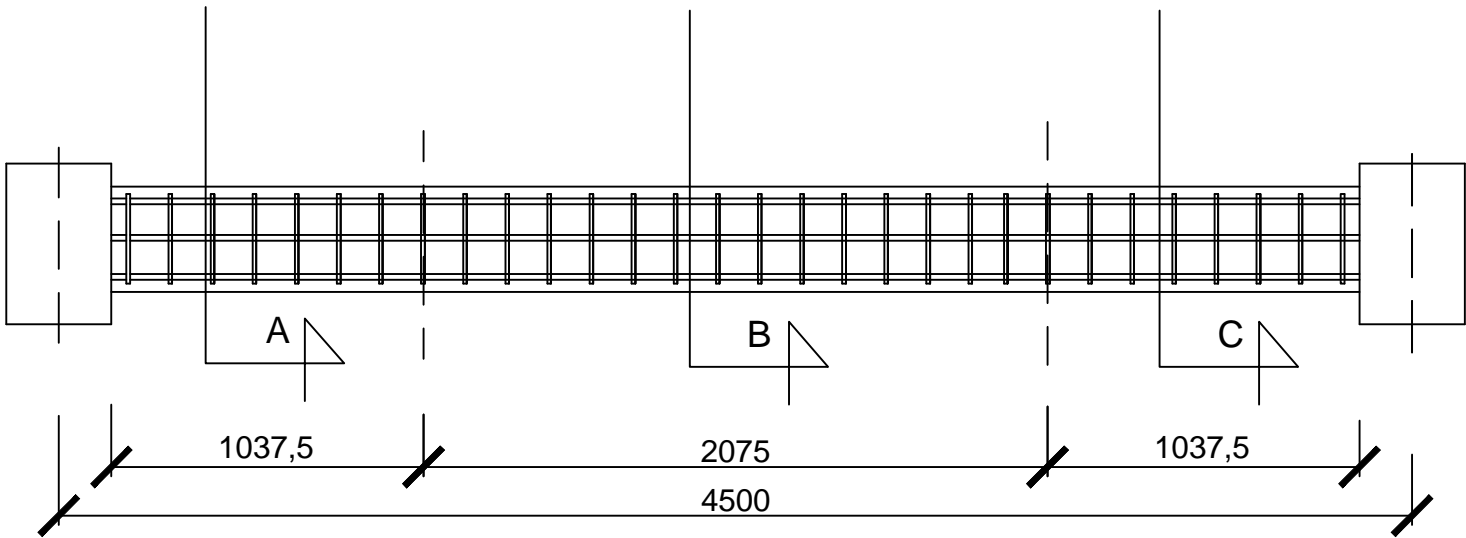
DETAIL PENULANGAN BALOK C6

KODE GAMBAR                      SKALA

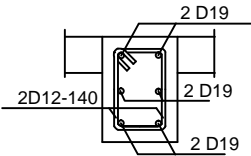
STR                                      1 : 25

NO GAMBAR                      JUMLAH GAMBAR

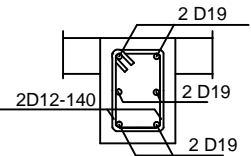
38                                      85



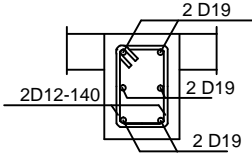
C6 PENULANGAN BALOK ANAK C6  
SKALA = 1 : 25



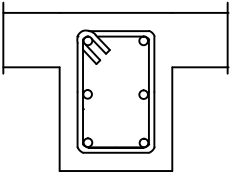
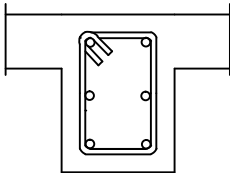
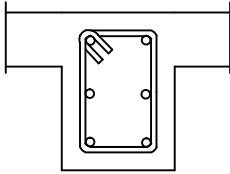
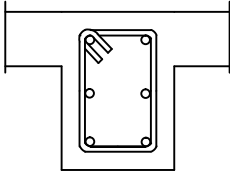
C6 POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25

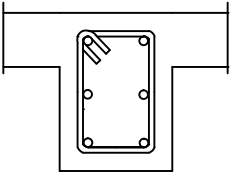
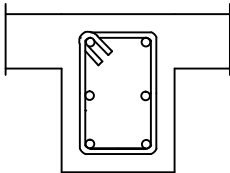
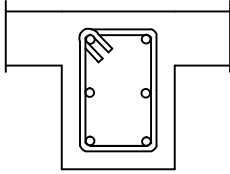
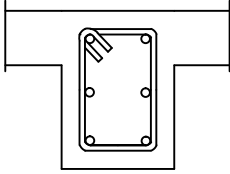


C6 POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



C6 POTONGAN C - C  
SKALA = 1 : 25

KODE BALOK	C1		C2	
POSISI BALOK	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
				
DIMENSI BALOK (mm)	250 X 350	250 X 350	250 X 350	250 X 350
TEBAL PLAT (mm)	120	120	120	120
JUMLAH TULANGAN ATAS	2 D19	2 D19	2 D19	2 D19
JUMLAH TULANGAN BAWAH	2D 19	2D 19	2D 19	2D 19
JUMLAH dan JARAK SENGKANG	2D 12 -150	2D 12 -150	2D 12 -150	2D 12 -150
JUMLAH TULANGAN SAMPING	2D19	2D19	2D19	2D19

KODE BALOK	C3		C4	
POSISI BALOK	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
				
DIMENSI BALOK (mm)	250 X 350	250 X 350	250 X 350	250 X 350
TEBAL PLAT (mm)	120	120	120	120
JUMLAH TULANGAN ATAS	2 D19	2 D19	2 D19	2 D19
JUMLAH TULANGAN BAWAH	2D 19	2D 19	2D 19	2D 19
JUMLAH dan JARAK SENGKANG	2D 12 -150	2D 12 -150	2D 12 -150	2D 12 -150
JUMLAH TULANGAN SAMPING	2D19	2D19	2D19	2D19



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.

NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA

NRP. 10111410000037

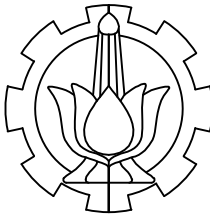
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

REKAP PENULANGAN BALOK  
ANAK C1 - C4

KODE GAMBAR	SKALA
STR	
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
39	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

REKAP PENULANGAN BALOK  
ANAK C5 - C1 A

KODE GAMBAR	SKALA
STR	
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
40	85

KODE BALOK	C5		C-6	
POSISI BALOK	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
DIMENSI BALOK (mm)	250 X 350	250 X 350	250 X 350	250 X 350
TEBAL PLAT (mm)	120	120	120	120
JUMLAH TULANGAN ATAS	2 D19	2 D19	2 D19	2 D19
JUMLAH TULANGAN BAWAH	2D 19	2D 19	2D 19	2D 19
JUMLAH dan JARAK SENGKANG	2D 12 -150	2D 12 -150	2D 12 -140	2D 12 -140
JUMLAH TULANGAN SAMPING	2D19	2D19	2D19	2D19

KODE BALOK	C1-A	
POSISI BALOK	TUMPUAN	LAPANGAN
DIMENSI BALOK (mm)	250 X 350	250 X 350
TEBAL PLAT (mm)	120	120
JUMLAH TULANGAN ATAS	2 D22	2 D22
JUMLAH TULANGAN BAWAH	2D 22	2D 22
JUMLAH dan JARAK SENGKANG	2D 12 -150	2D 12 -150
JUMLAH TULANGAN SAMPING	2D22	2D22



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

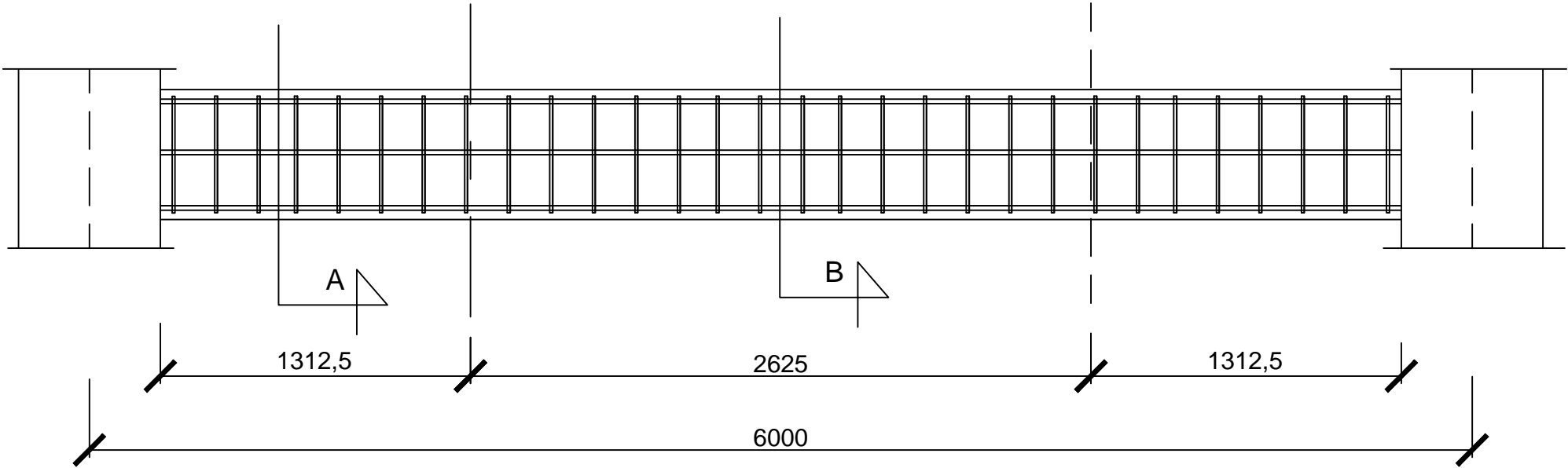
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

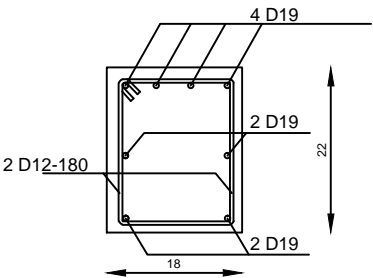
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK  
BORDES BO-1

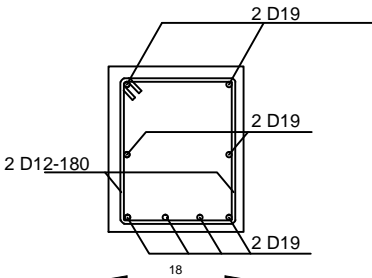
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
41	85



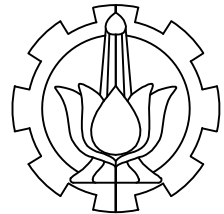
**BO-1** PENULANGAN BALOK BORDES BO-1  
SKALA = 1 : 25



**BO-1** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



**BO-1** POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

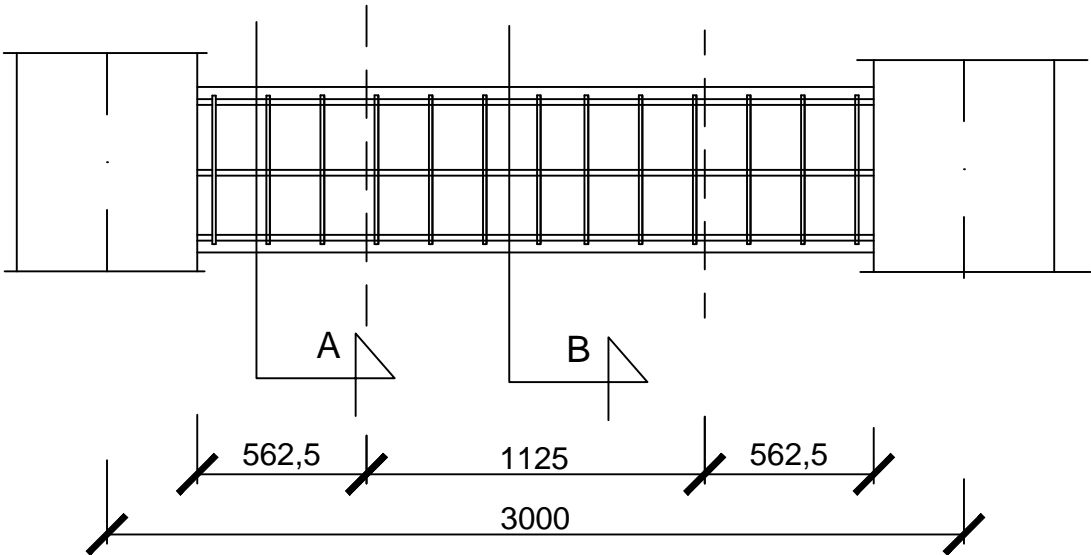
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

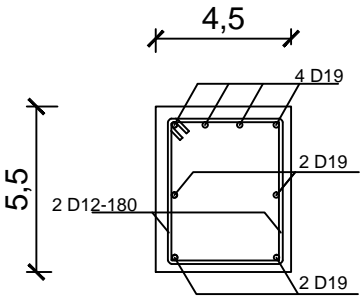
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK  
BORDES BO-2

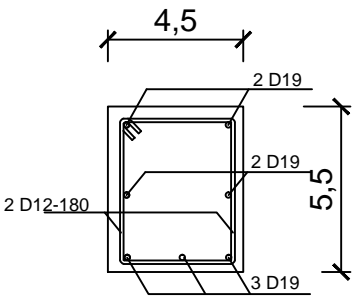
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
42	85



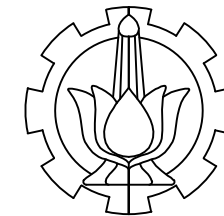
BO-2 PENULANGAN BALOK BORDES BO-2  
SKALA = 1 : 25



BO-2 POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



BO-2 POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

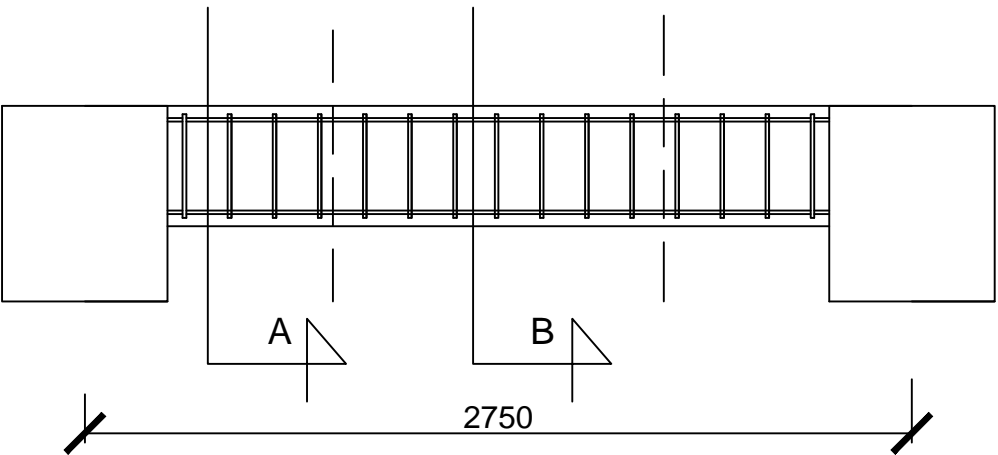
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

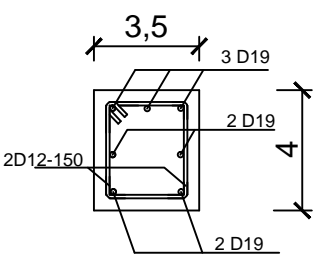
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK  
PENGGANTUNG LIFT BL-1 dan BL-2

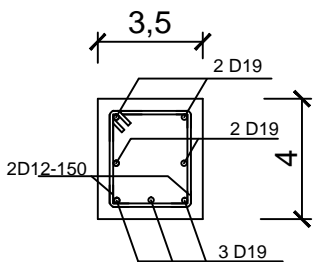
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
43	85



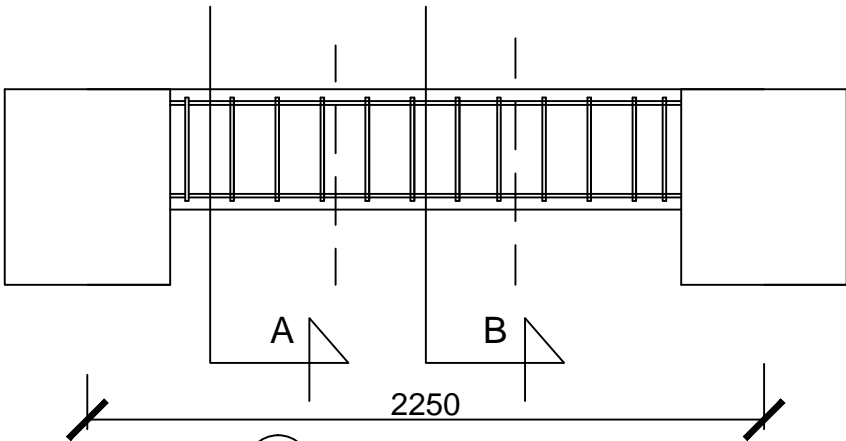
BL-1 PENULANGAN BALOK LIFT BL-2  
SKALA = 1 : 25



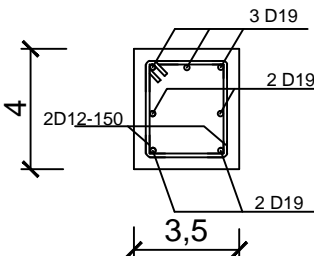
BO-2 POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



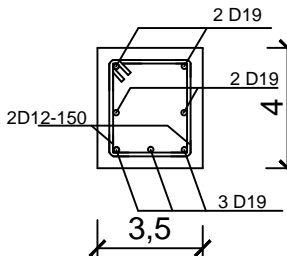
BL-1 POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



BL-2 PENULANGAN BALOK LIFT BL-2  
SKALA = 1 : 25



BL-2 POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



BL-2 POTONGAN B - B  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
= 40 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DENAH BALOK KOLOM dan SHEAR WALL

KODE GAMBAR

SKALA

STR

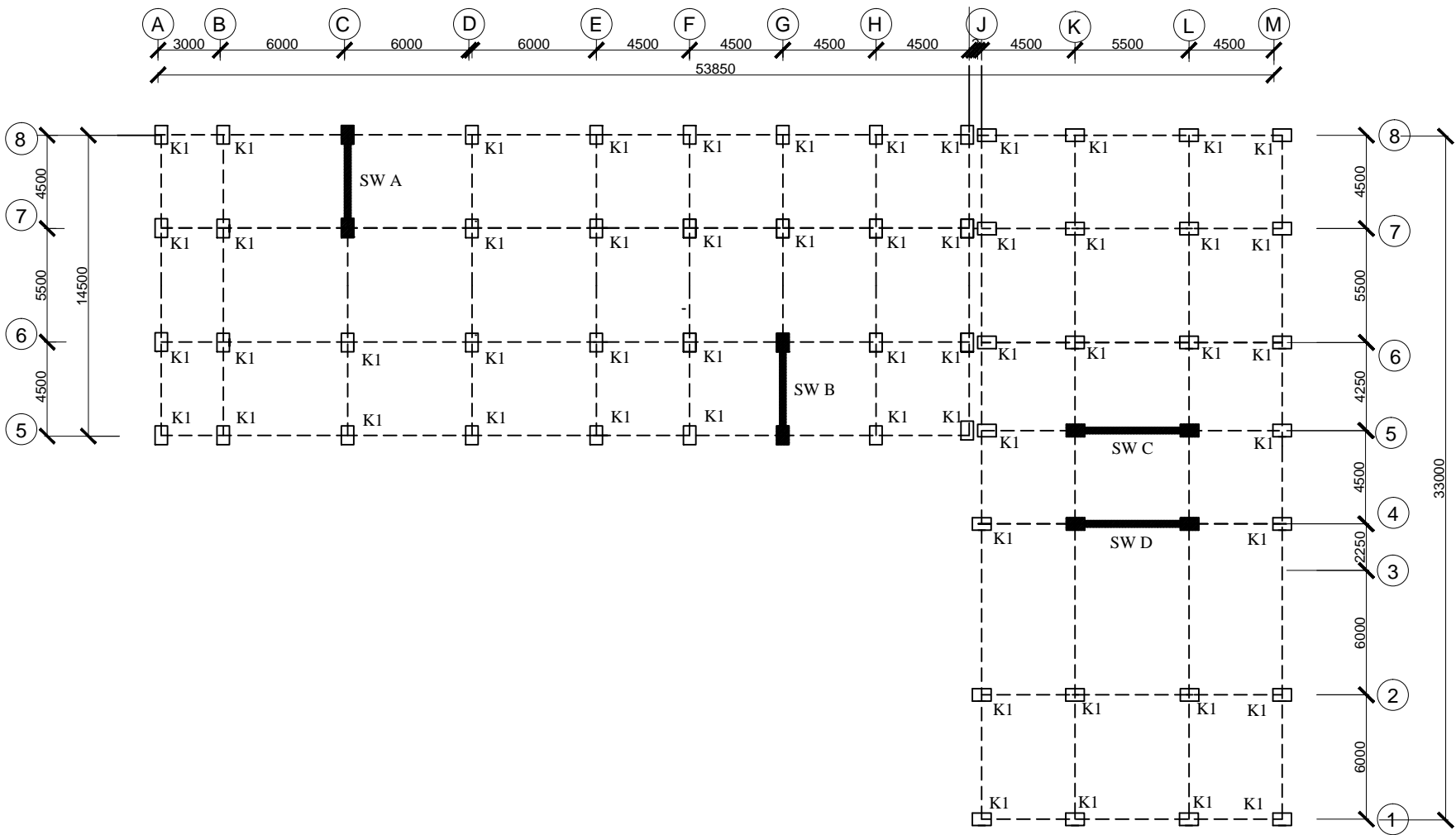
1 : 200

NO GAMBAR

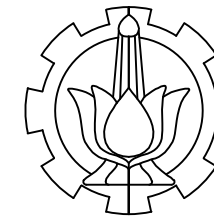
JUMLAH GAMBAR

44

85



DENAH KOLOM dan SHEAR WALL  
SKALA = 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

## JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

## DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

## NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

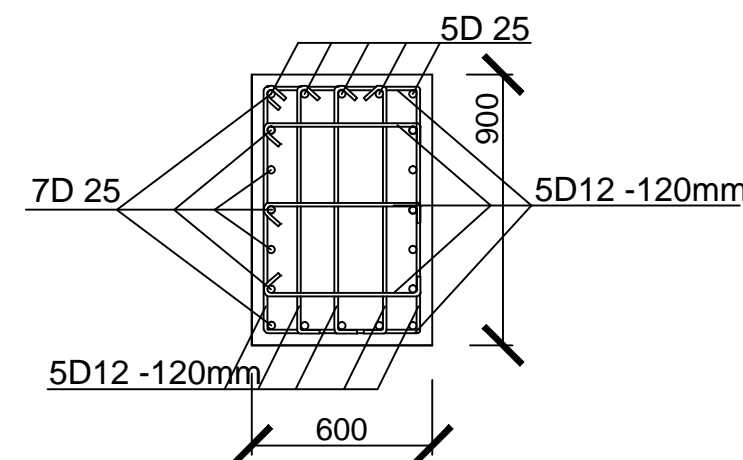
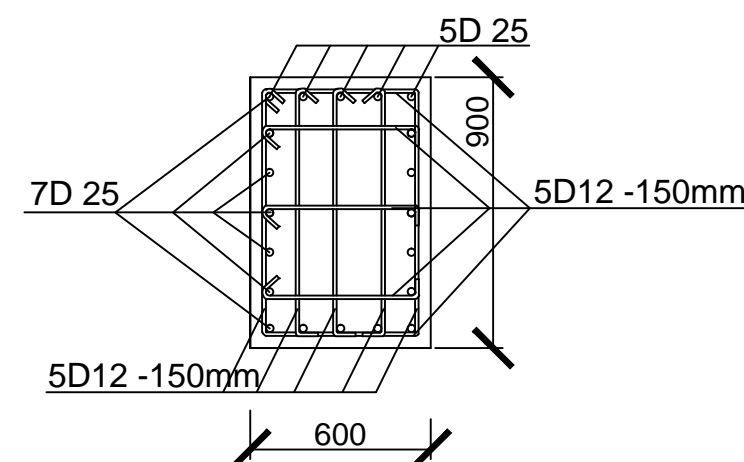
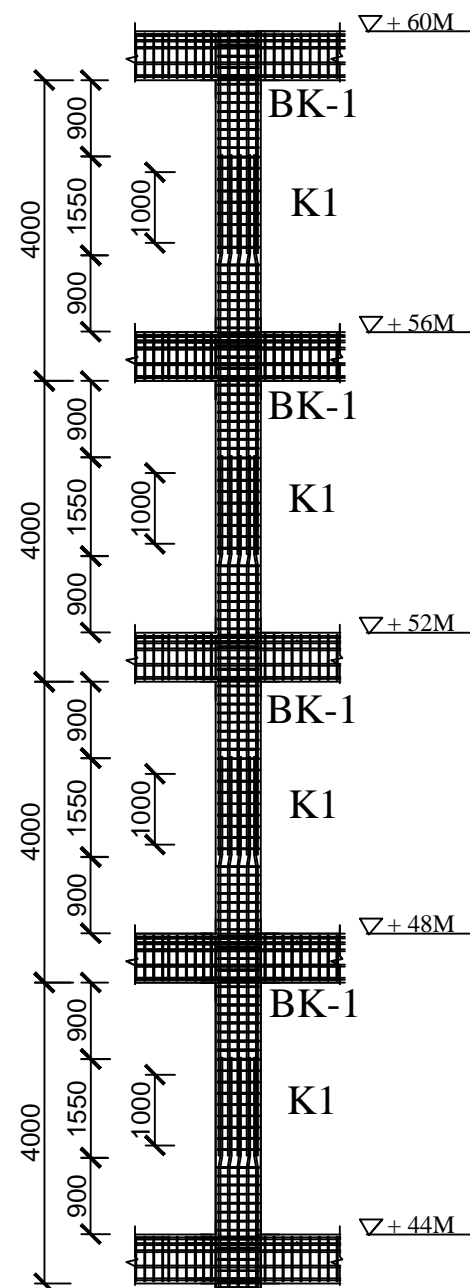
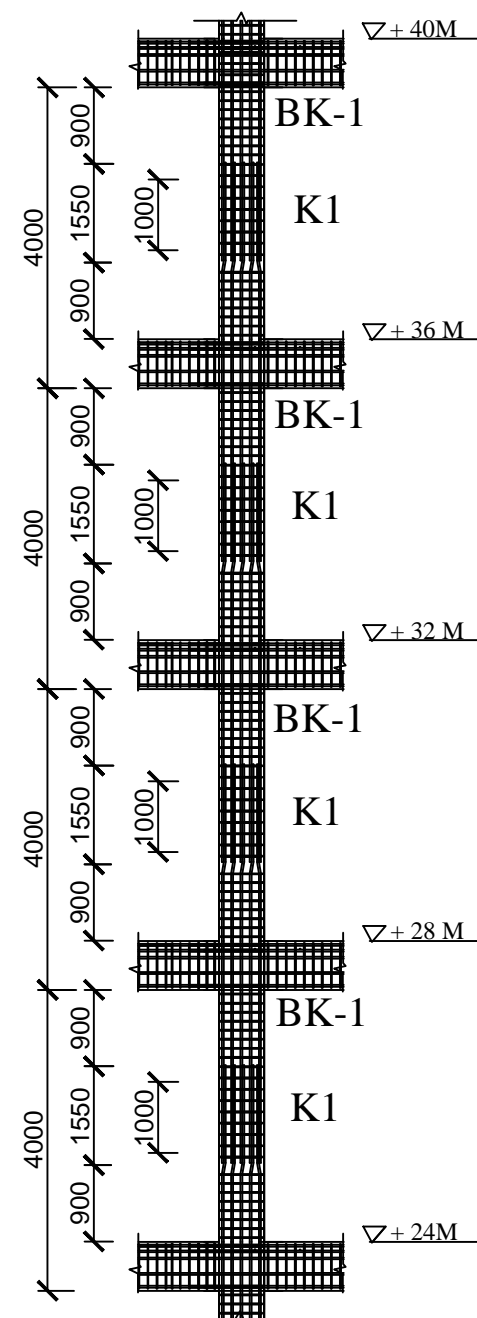
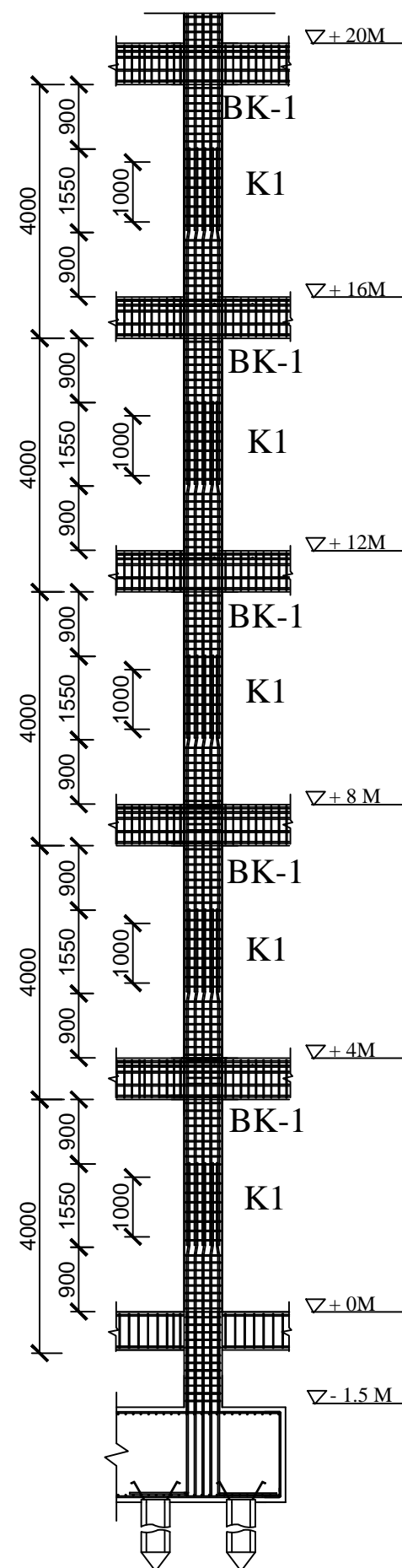
## KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

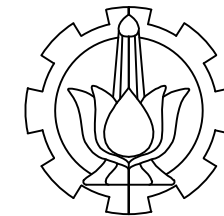
## NAMA GAMBAR

PENULANGAN KOLOM INTERNAL  
dan EKSTERNAL K1

KODE GAMBAR	SKALA
STR	
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
45	85







INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

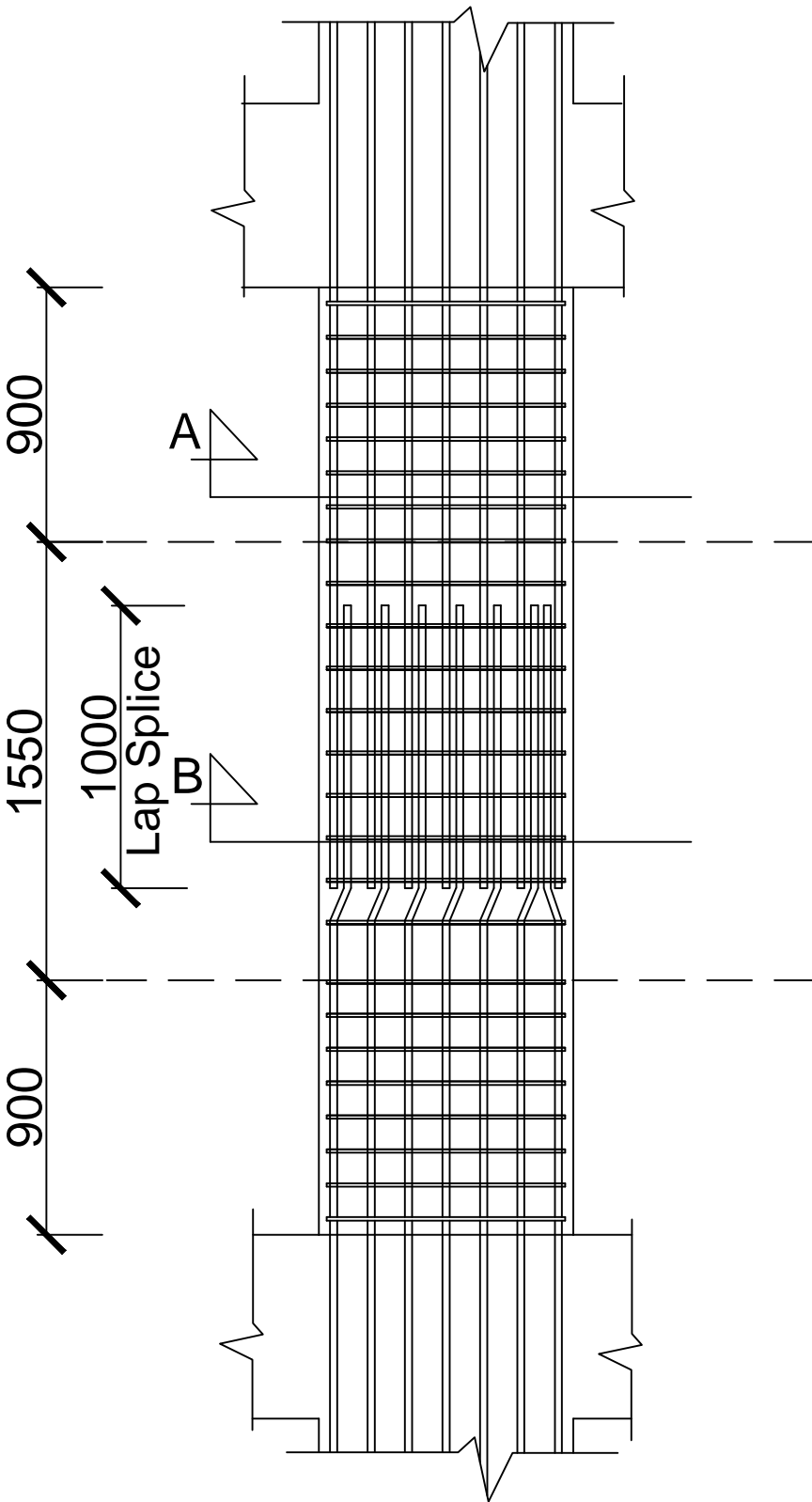
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

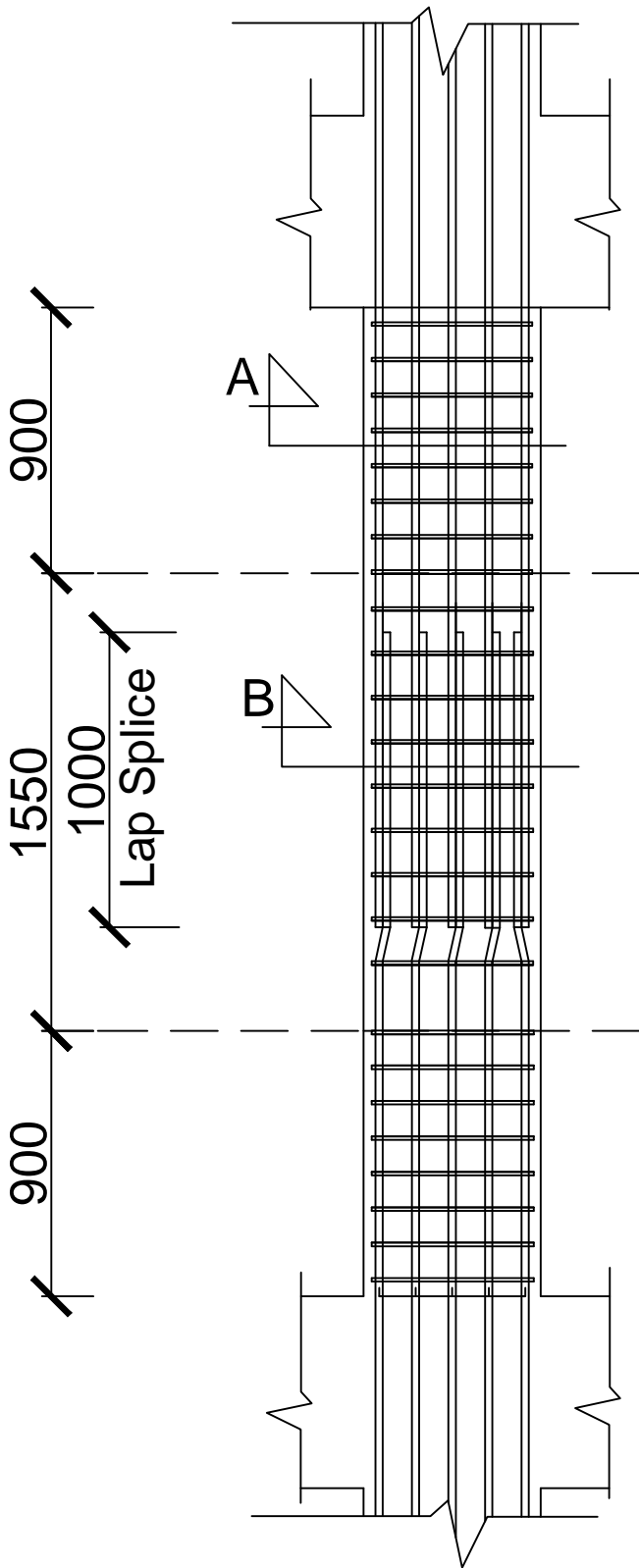
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN KOLOM  
INTERNAL DAN EKSTERNAL (K1)

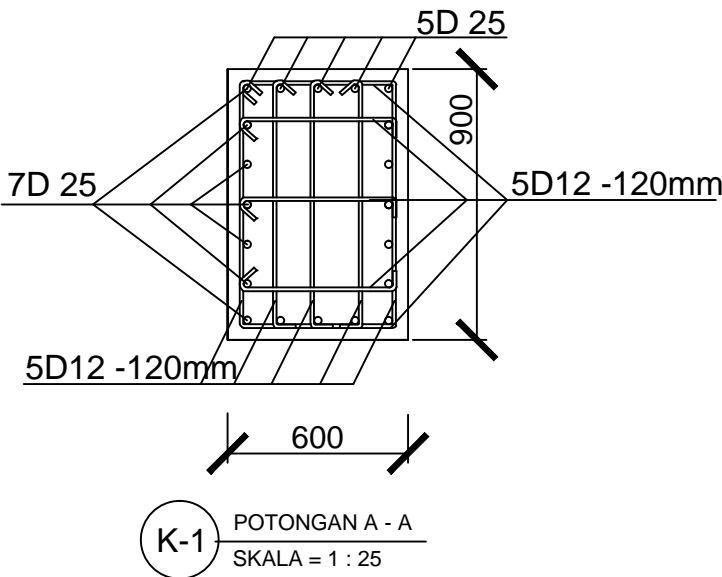
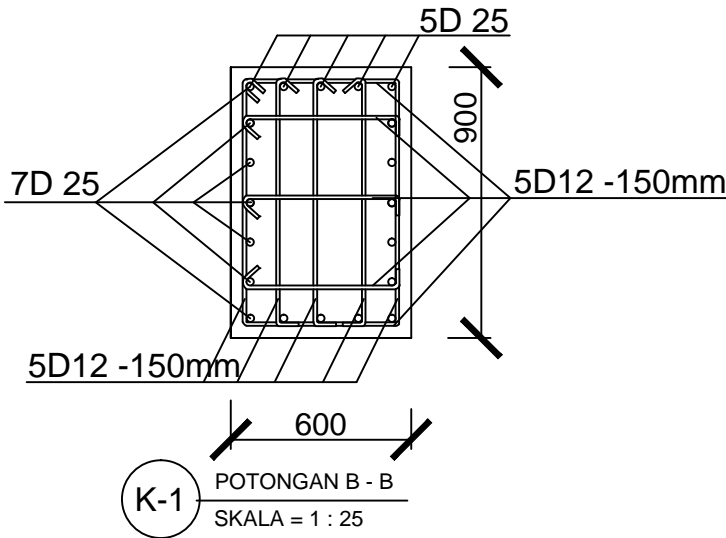
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
46	85

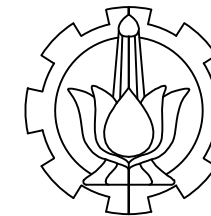


K-1 PENDETAILAN KOLOM K1  
SKALA = 1 : 25



K-1 PENDETAILAN KOLOM K1  
SKALA = 1 : 25





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

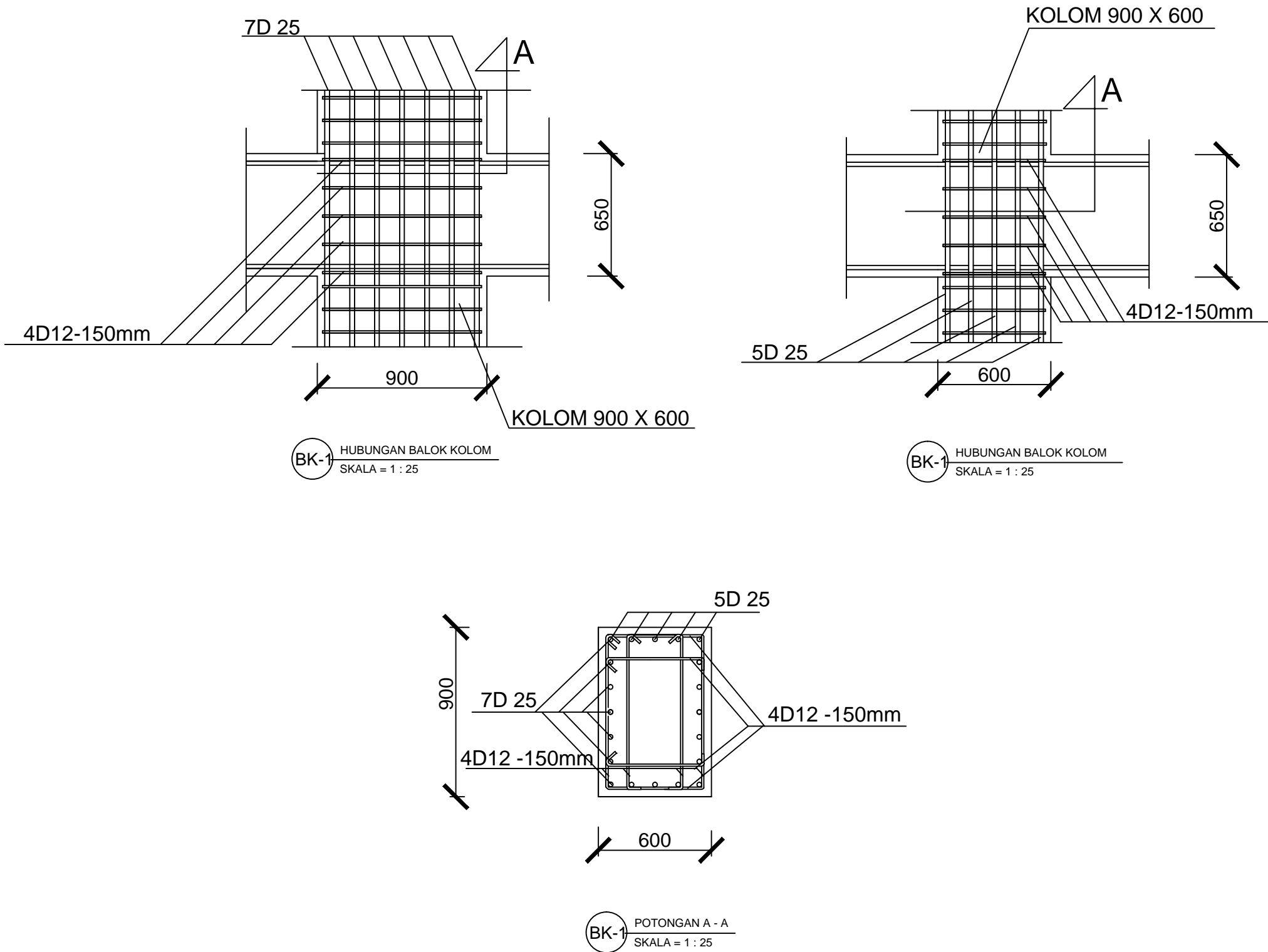
KETERANGAN

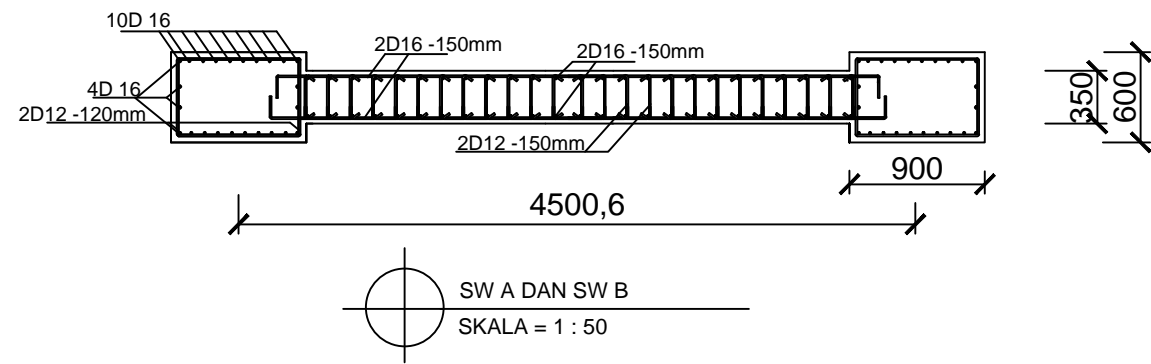
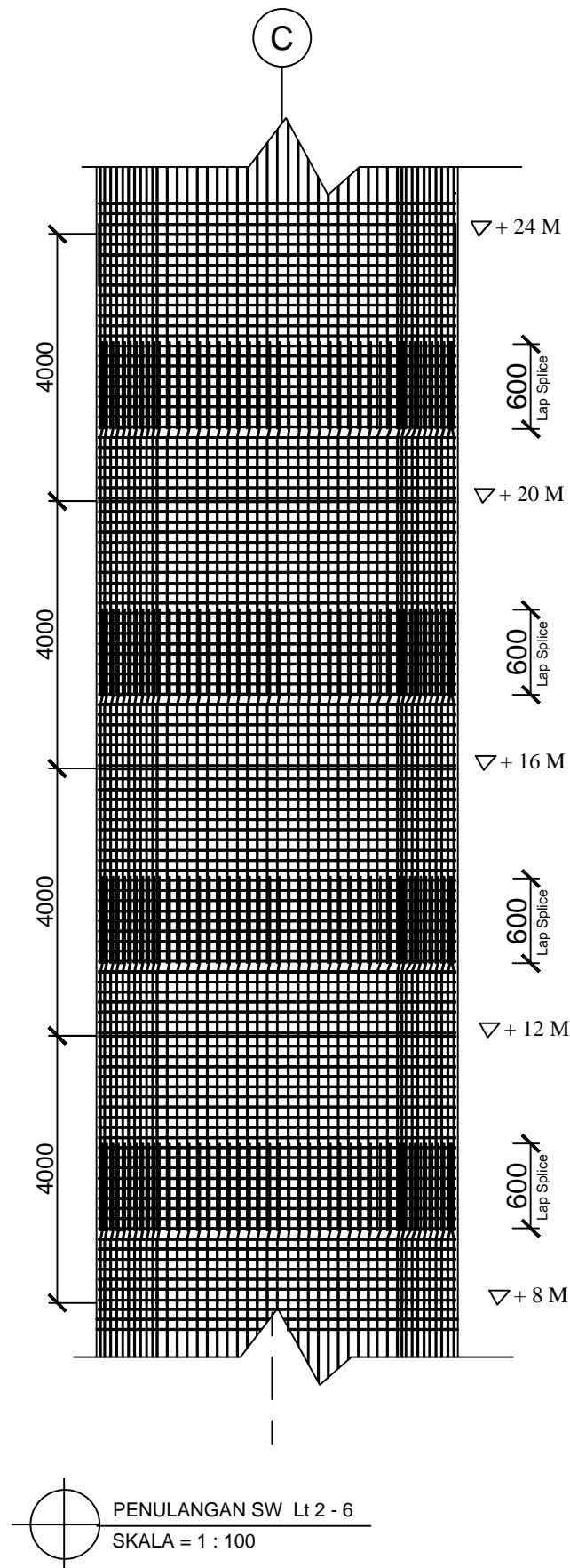
FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

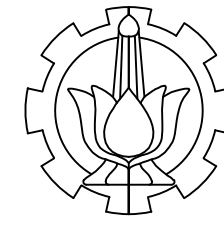
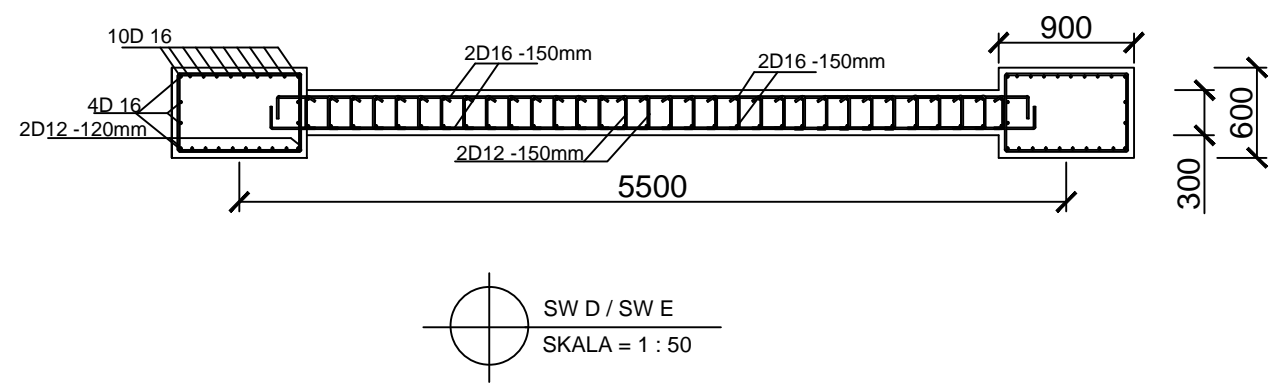
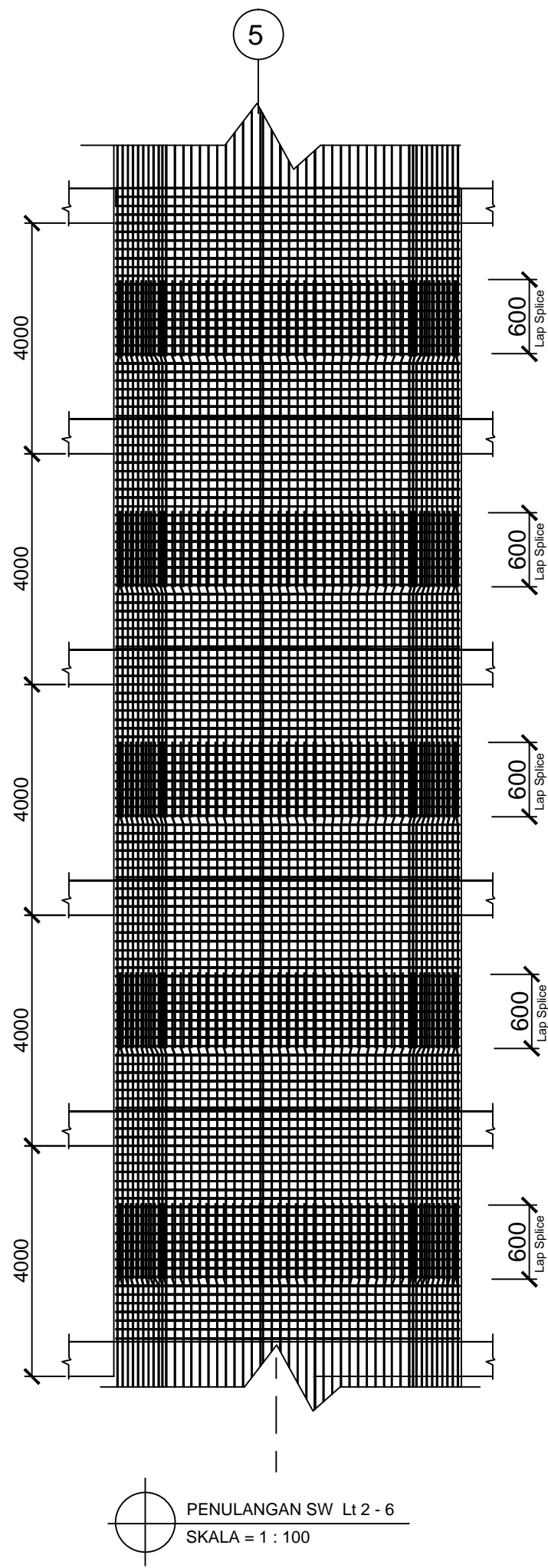
DETAIL PENULANGAN HUBUNGAN  
BALOK KOLOM

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
47	85





<div></div> <div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS VOKASI DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL</div>	
JUDUL TUGAS AKHIR	
MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)	
DOSEN PEMBIMBING	
<div>Ir. <b>SUNGKONO, CES.</b></div> <div>NIP. 19591130 198601 1 001</div>	
NAMA MAHASISWA	
<div><b>YOSA CITRA ADITAMA</b></div> <div>NRP. 10111410000037</div>	
KETERANGAN	
<div>FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN</div> <div>KONDISI TANAH = TANAH LUNAK</div> <div>MUTU BETON = 40 Mpa</div> <div>MUTU BAJA = 390 Mpa</div>	
NAMA GAMBAR	
PENULANGAN SHEAR WALL	
KODE GAMBAR	SKALA
STR	
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
48	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

### JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

### DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

### NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

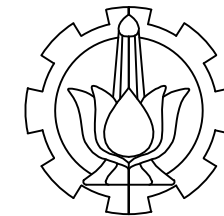
### KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 40 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

### NAMA GAMBAR

PENULANGAN SHEAR WALL

KODE GAMBAR	SKALA
STR	
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
49	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

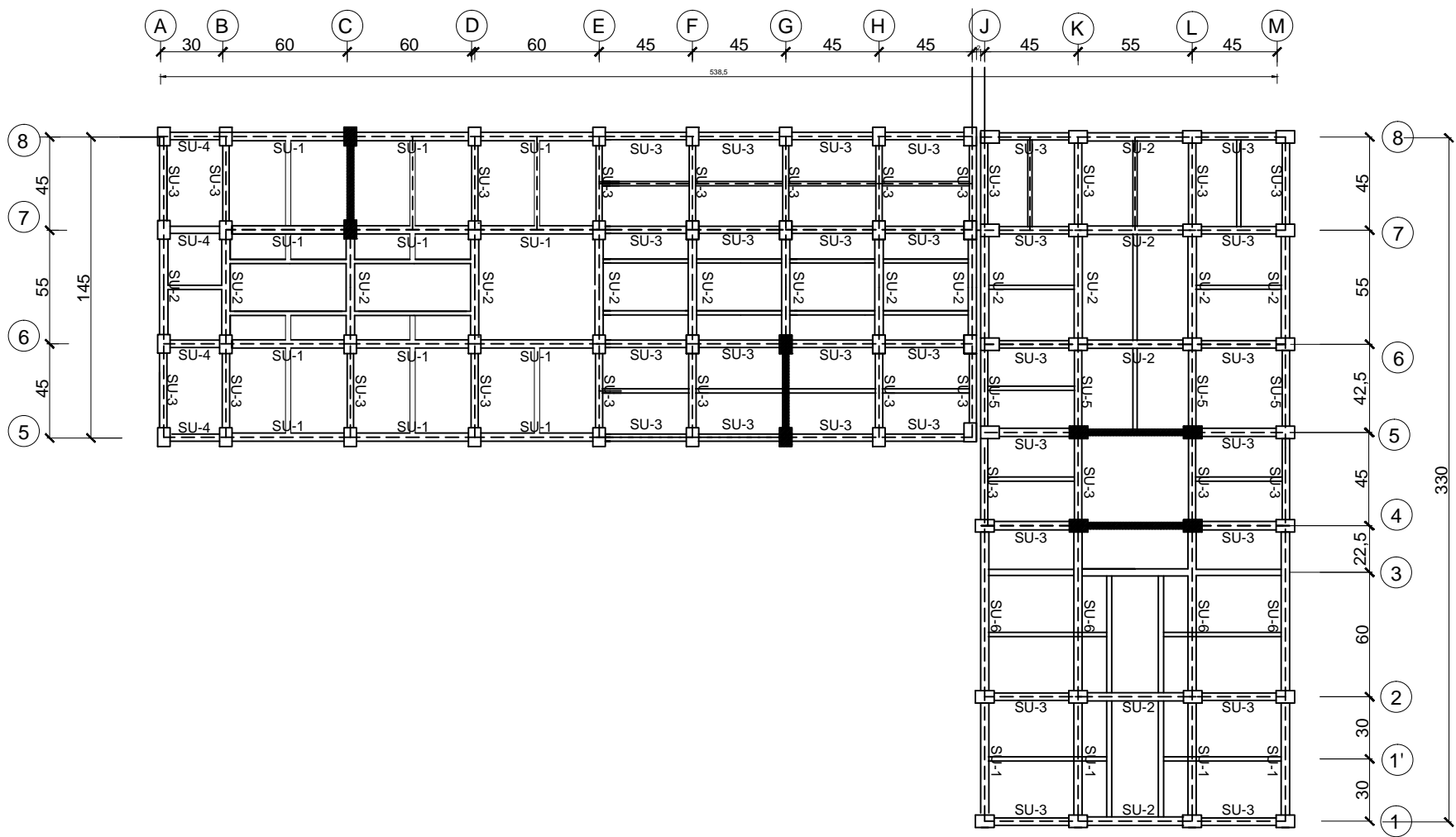
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

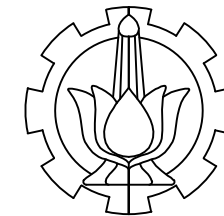
NAMA GAMBAR

DENAH BALOK SLOOF

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 200
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
50	85



DENAH BALOK SLOOF  
SKALA = 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

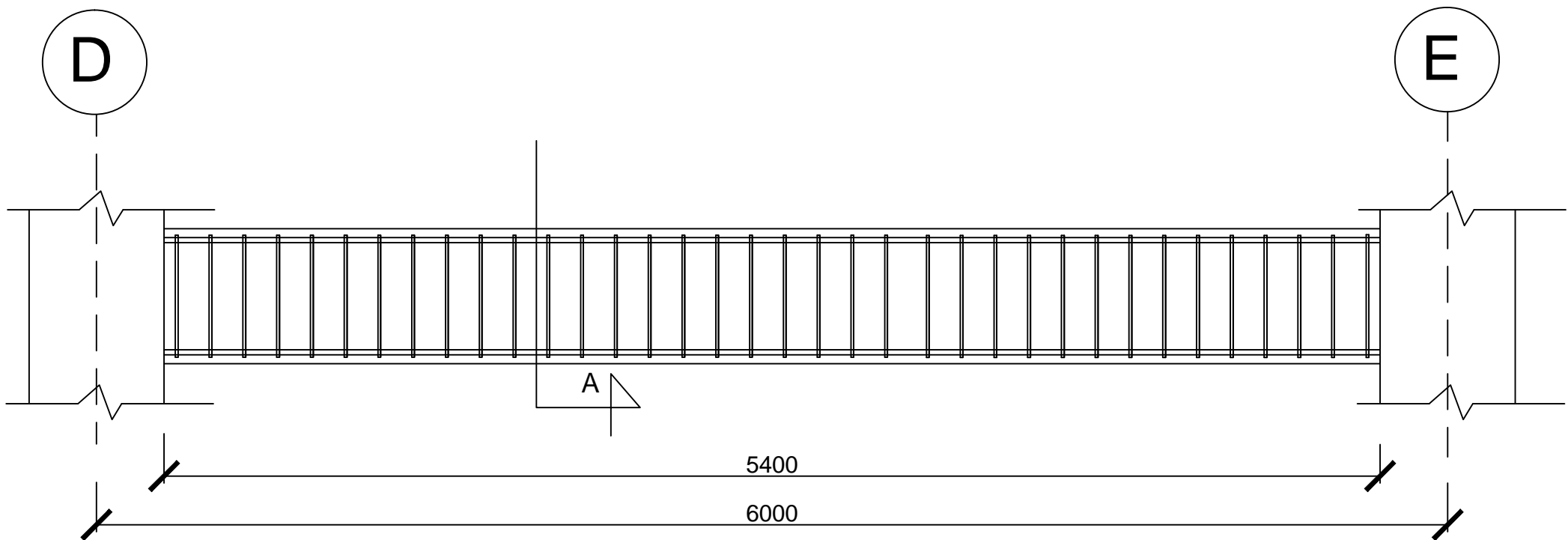
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

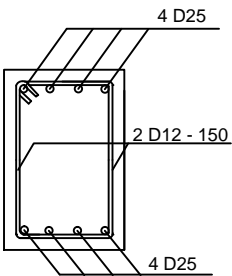
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK  
SLOOF SU-1

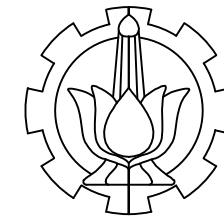
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
51	85



SU-1 PENULANGAN SLOOF SU-1  
SKALA = 1 : 25



SU-1 POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

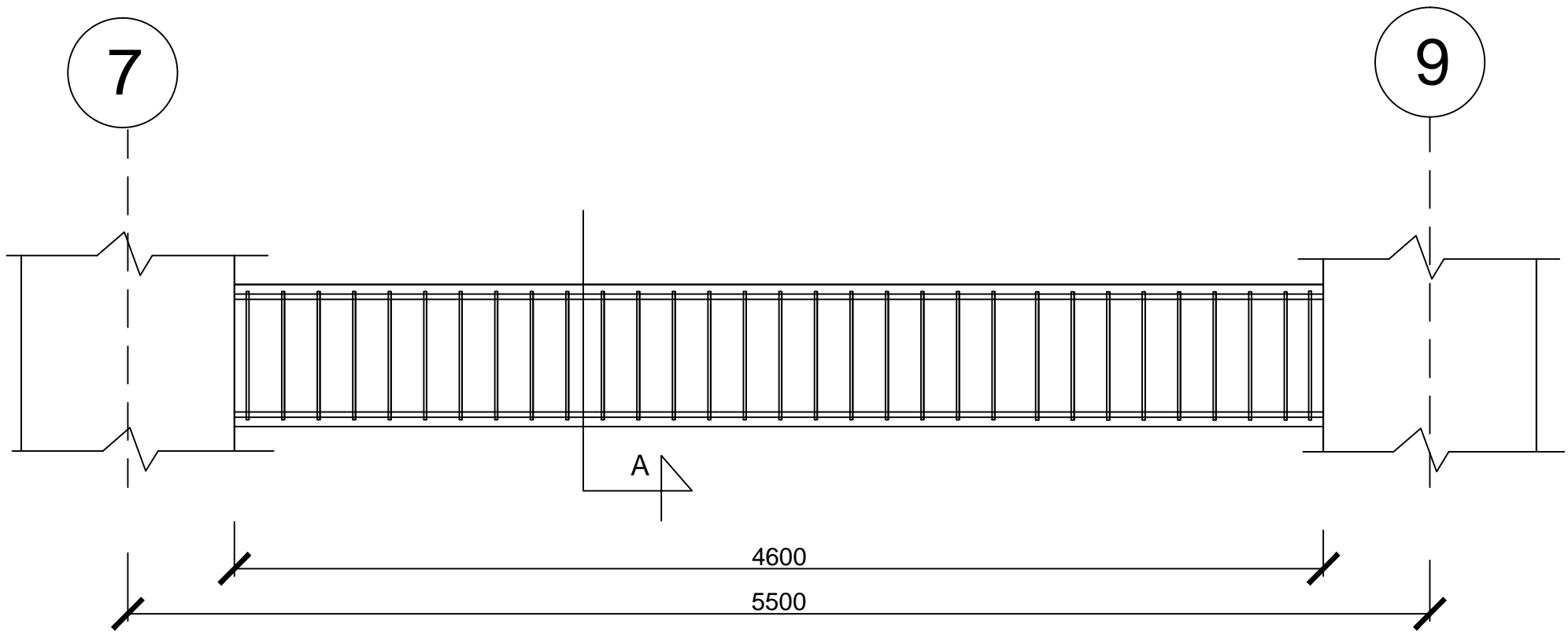
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

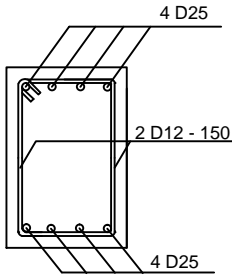
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK  
SLOOF SU-2

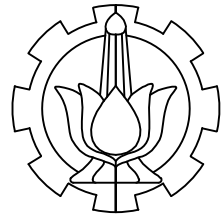
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
52	85



SU-2 PENULANGAN SLOOF SU-2  
SKALA = 1 : 25



SU-2 POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

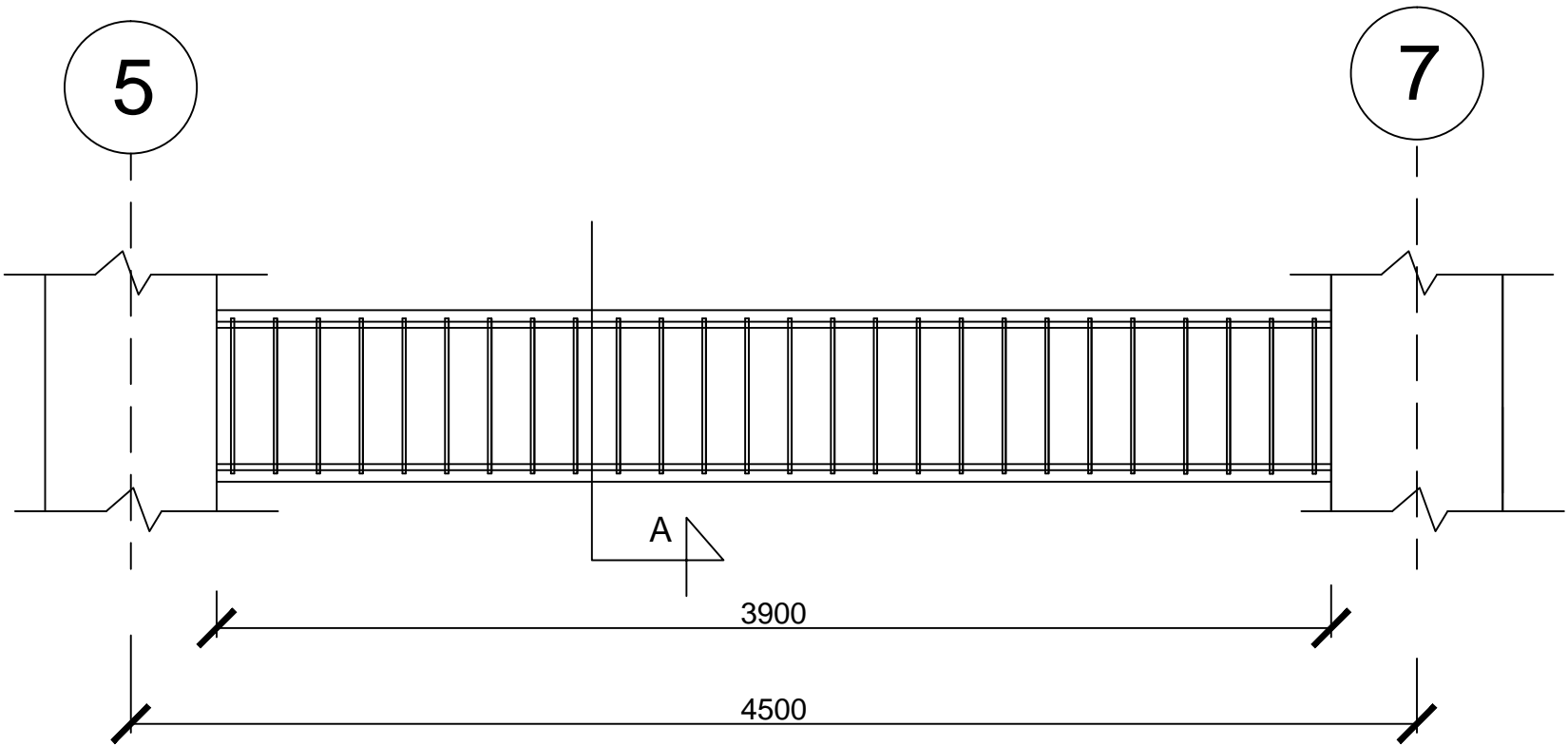
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

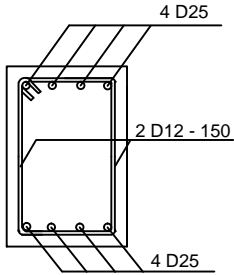
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK  
SLOOF SU-3

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
53	85

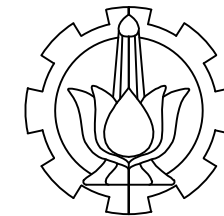


**SU-3** PENULANGAN SLOOF SU-3  
SKALA = 1 : 25



**SU-3** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK  
SLOOF SU-4

KODE GAMBAR

SKALA

STR

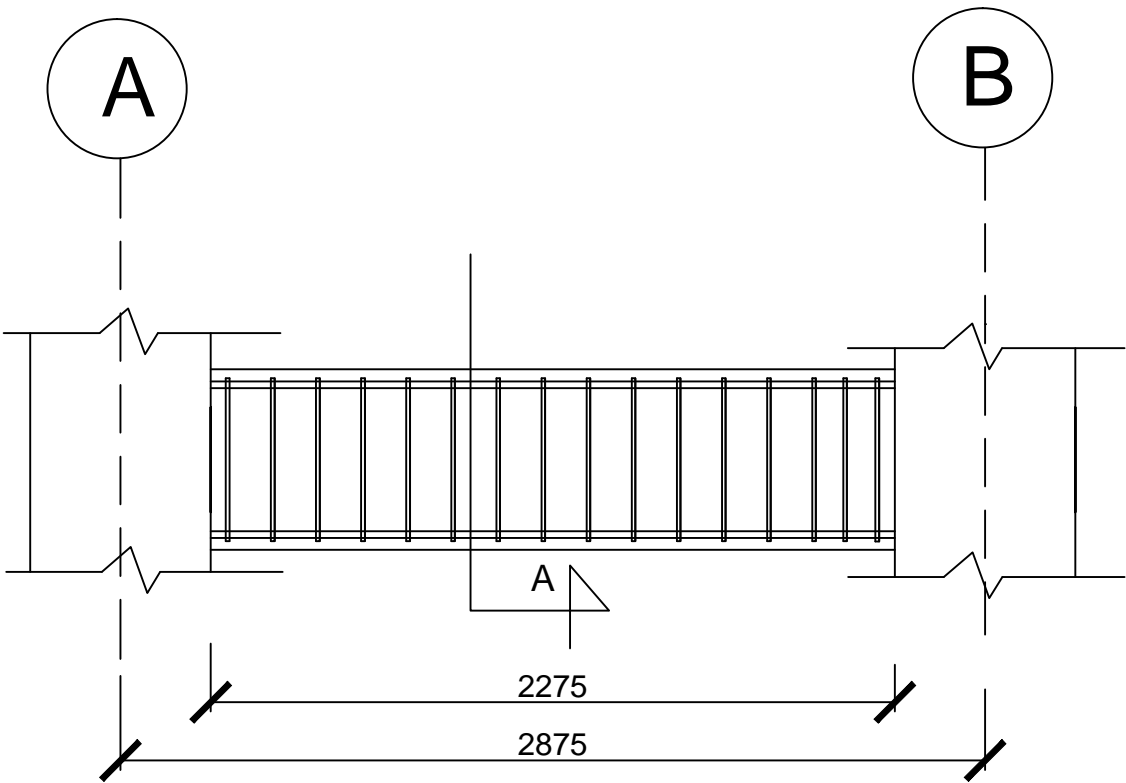
1 : 25

NO GAMBAR

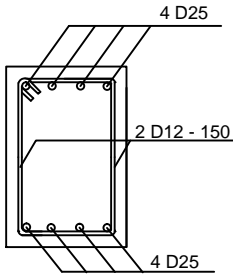
JUMLAH GAMBAR

54

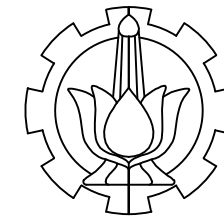
85



**SU-4** PENULANGAN SLOOF SU-4  
SKALA = 1 : 25



**SU-4** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

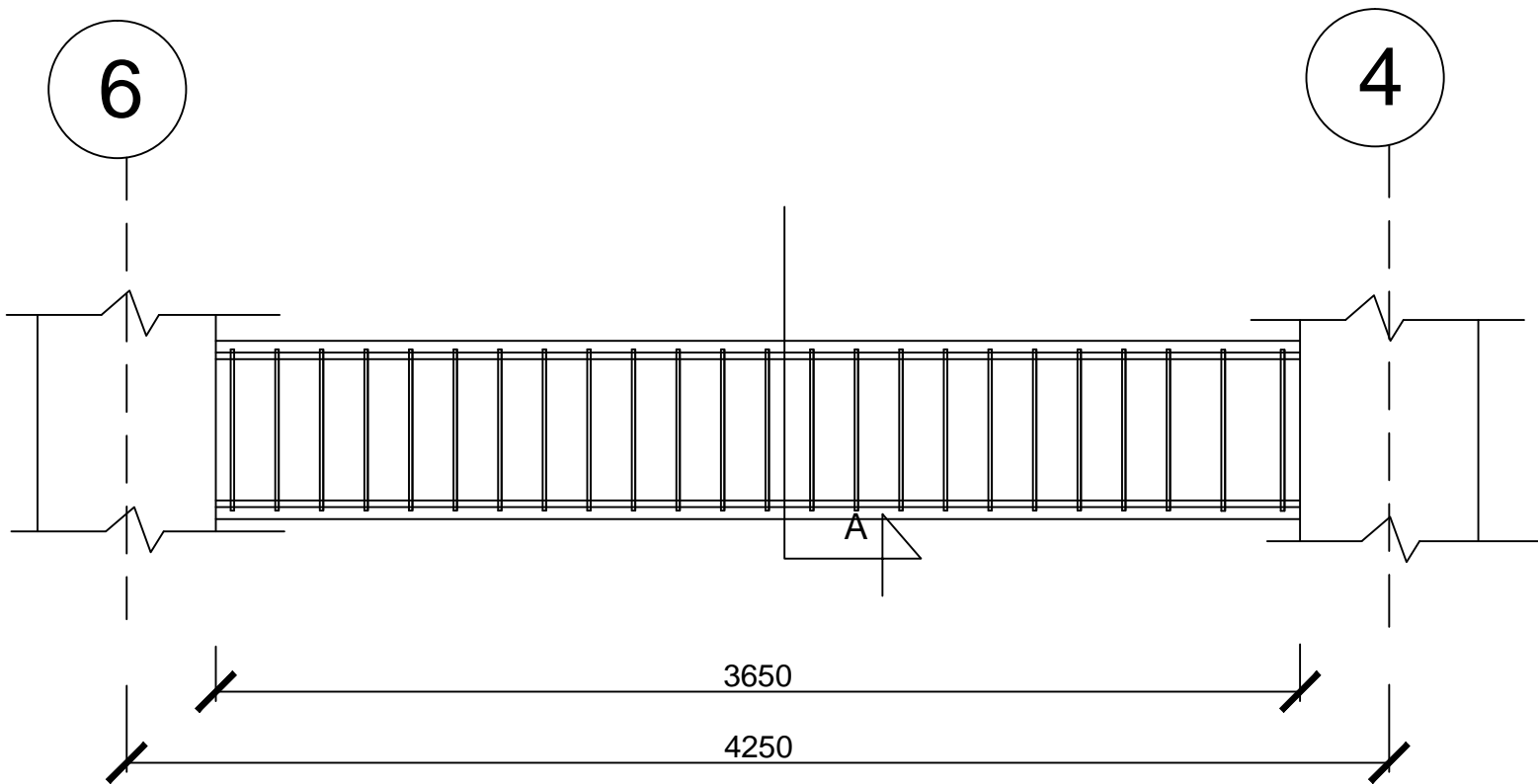
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

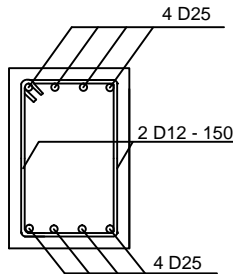
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK  
SLOOF SU-5

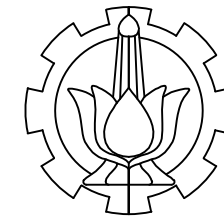
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
55	85



**SU-5** PENULANGAN SLOOF SU-5  
SKALA = 1 : 25



**SU-5** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

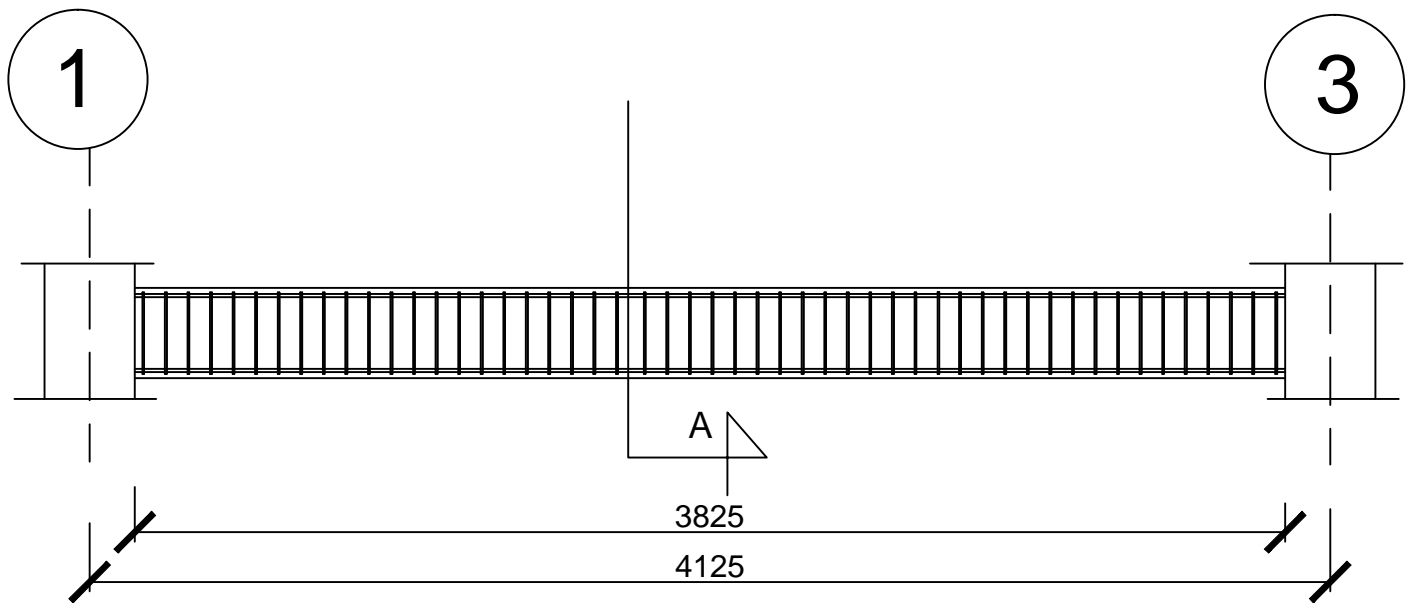
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

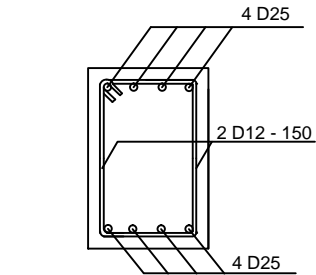
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK  
SLOOF SU-6

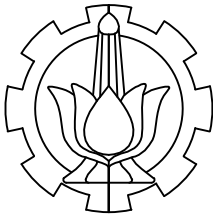
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
	1 : 25
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
56	85



**SU-6** PENULANGAN SLOOF SU-6  
SKALA = 1 : 50



**SU-6** POTONGAN A - A  
SKALA = 1 : 25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DENAH PONDASI

KODE GAMBAR

SKALA

STR

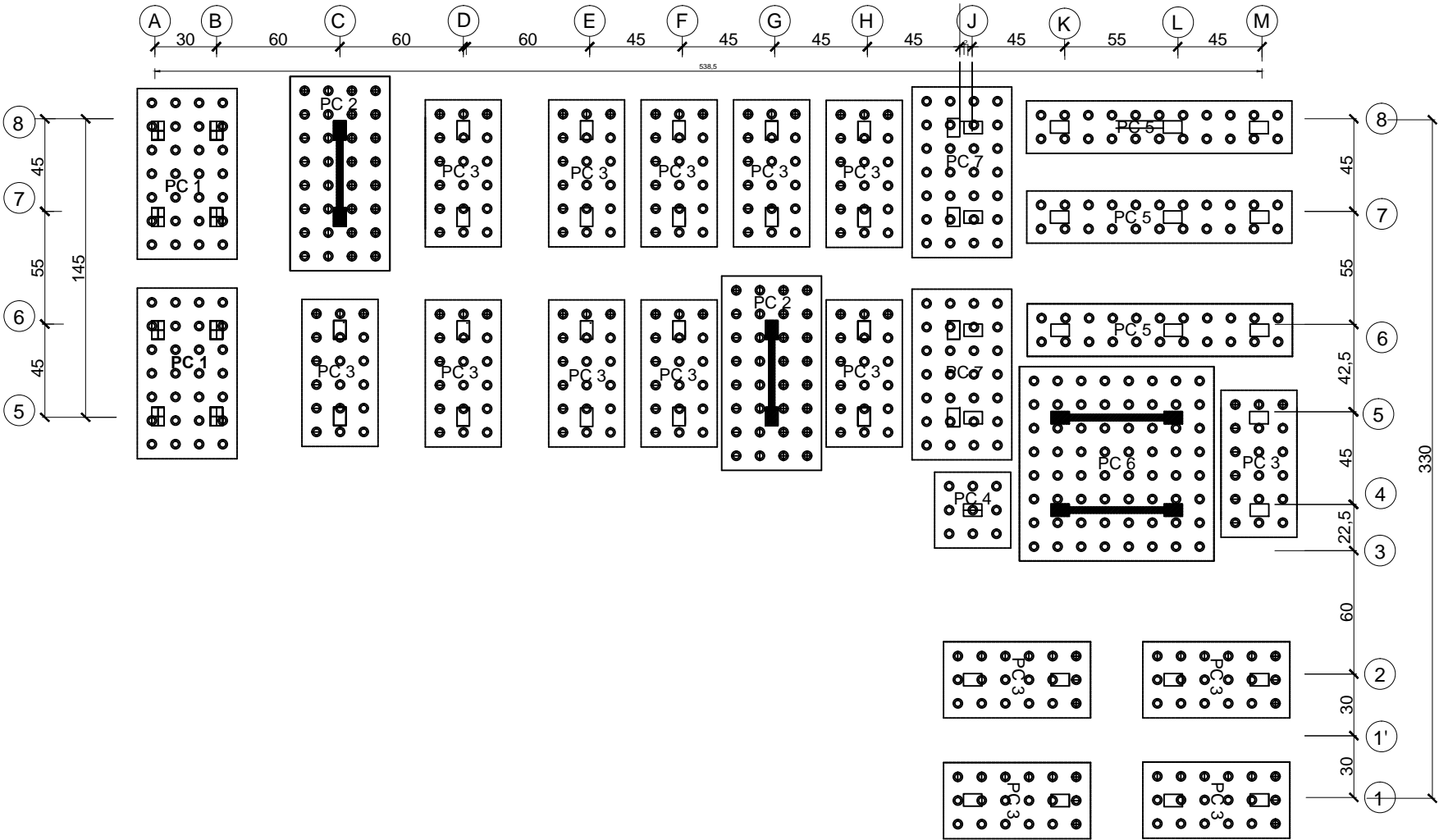
1 : 200

NO GAMBAR

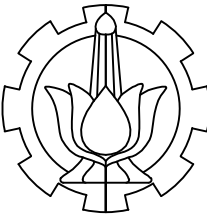
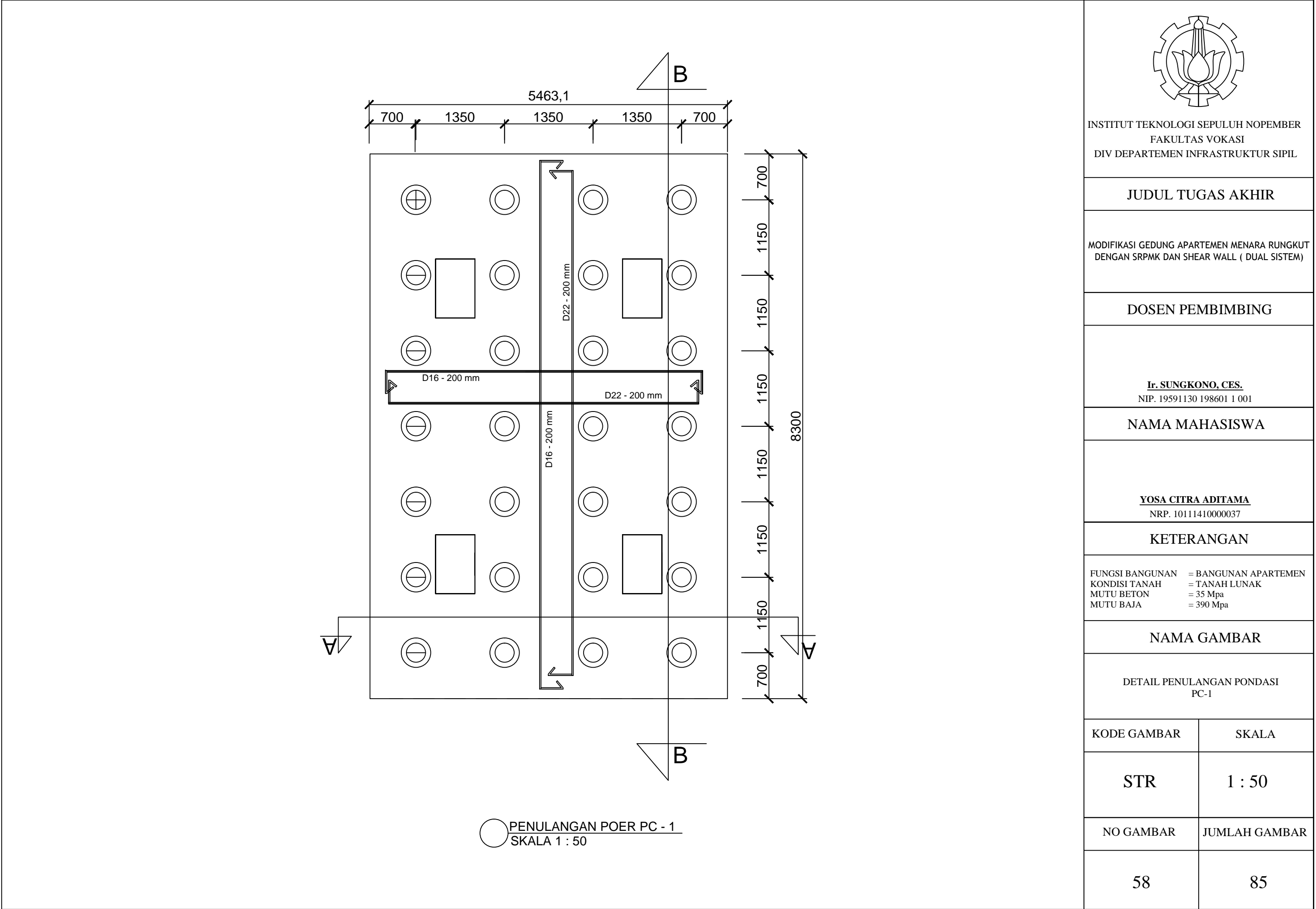
JUMLAH GAMBAR

57

85



DENAH PONDASI  
SKALA = 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

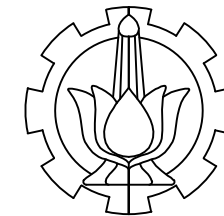
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PONDASI  
PC-1

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
58	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

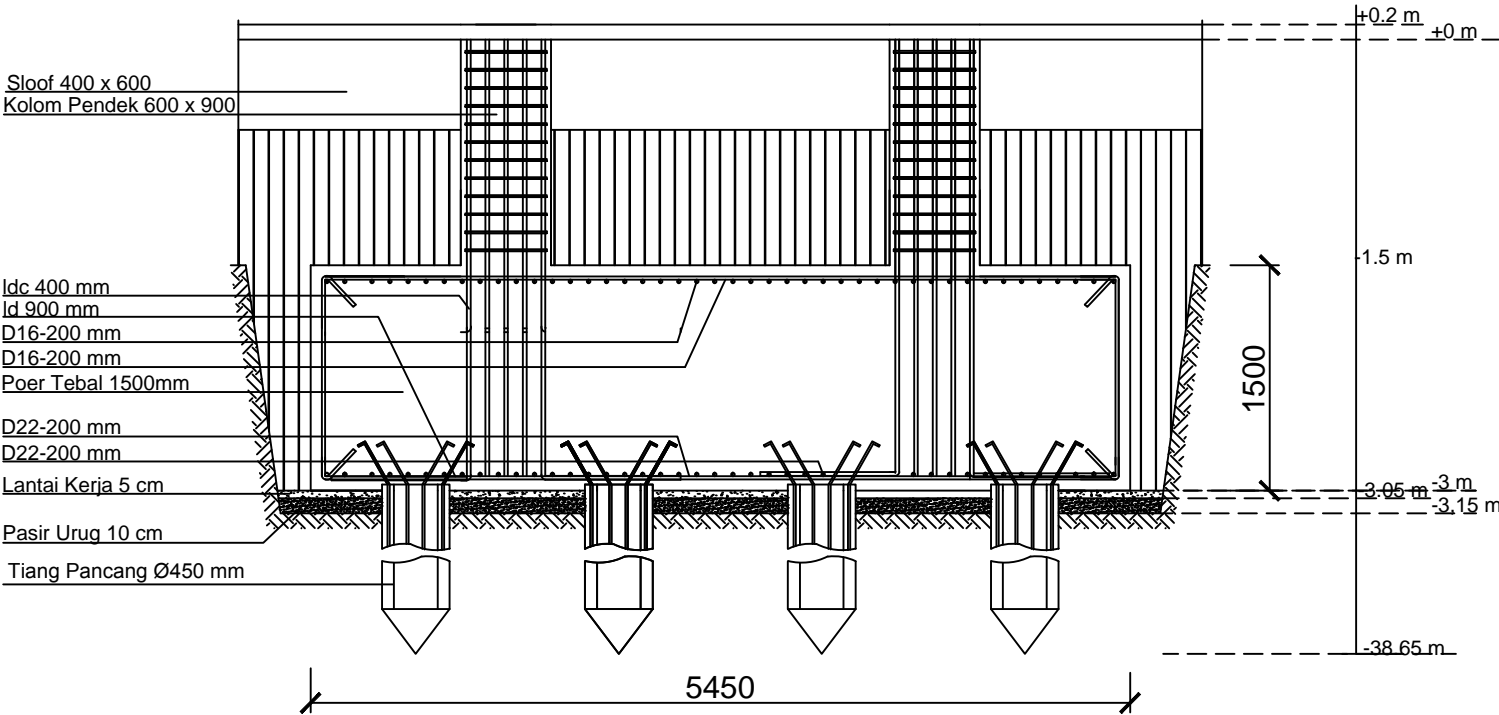
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

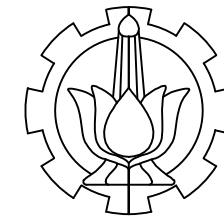
NAMA GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG A - A  
PONDASI PC-1

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
59	85



POTONGAN PENULANGAN POER A - A  
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL POTONGAN MEMANJANG B - B  
PONDASI PC-1

KODE GAMBAR

SKALA

STR

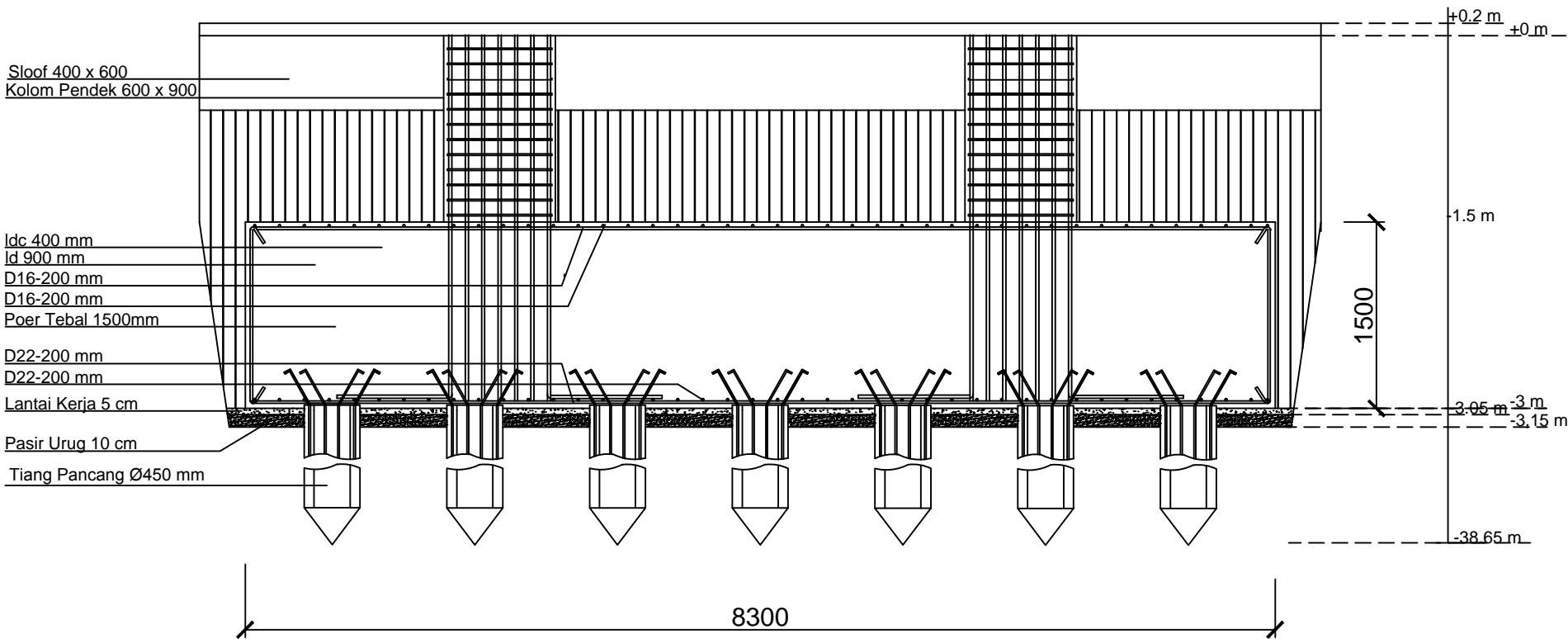
1 : 50

NO GAMBAR

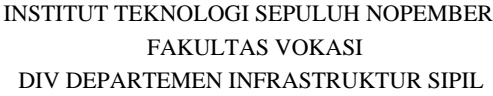
JUMLAH GAMBAR

60

85



POTONGAN PENULANGAN POER B - B  
SKALA 1 : 50



## MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

**Ir. SUNGKONO, CES.**  
NIP. 19591130 198601 1 001

**YOSA CITRA ADITAMA**  
NRP. 10111410000037

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

DETAIL PENULANGAN PONDASI  
PC-2

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 100 1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
61	85





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG A - A  
PONDASI PC-2

KODE GAMBAR

SKALA

STR

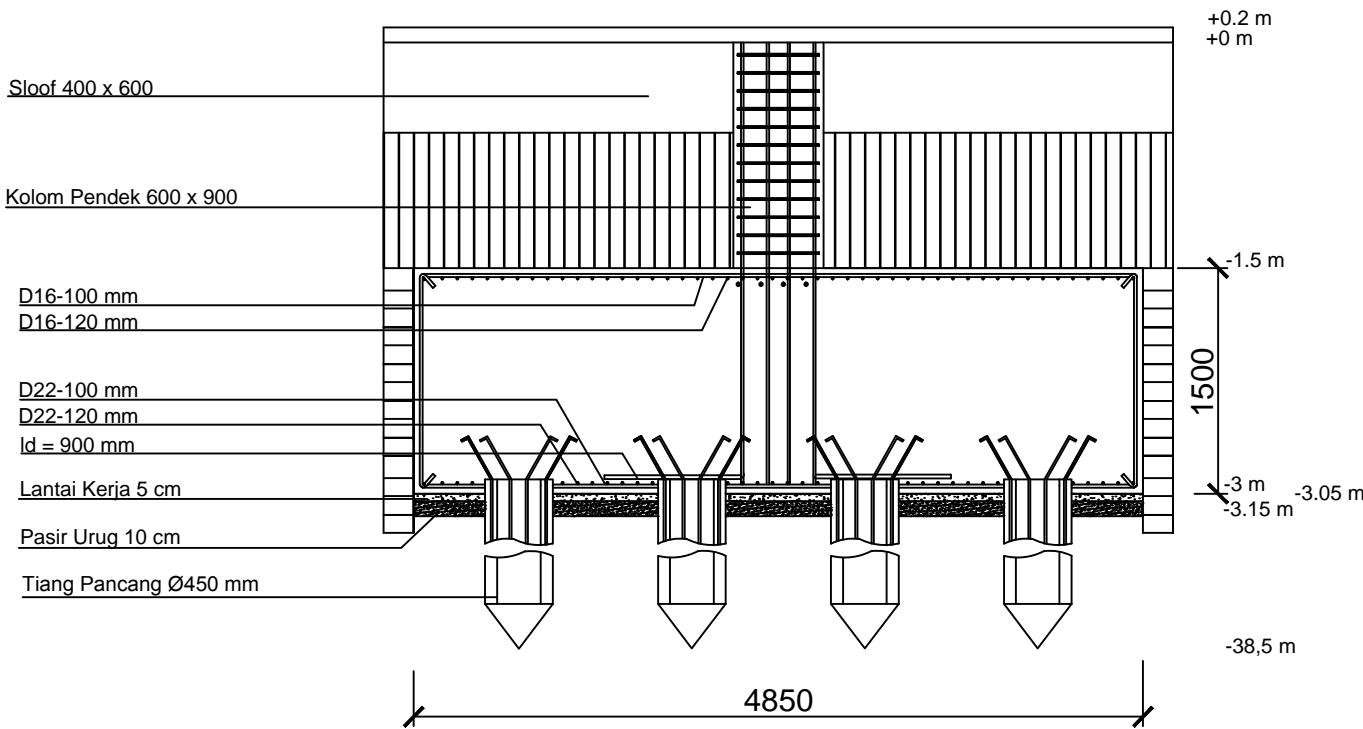
1 : 100  
1 : 50

NO GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

62

85



POTONGAN PENULANGAN POER A - A  
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

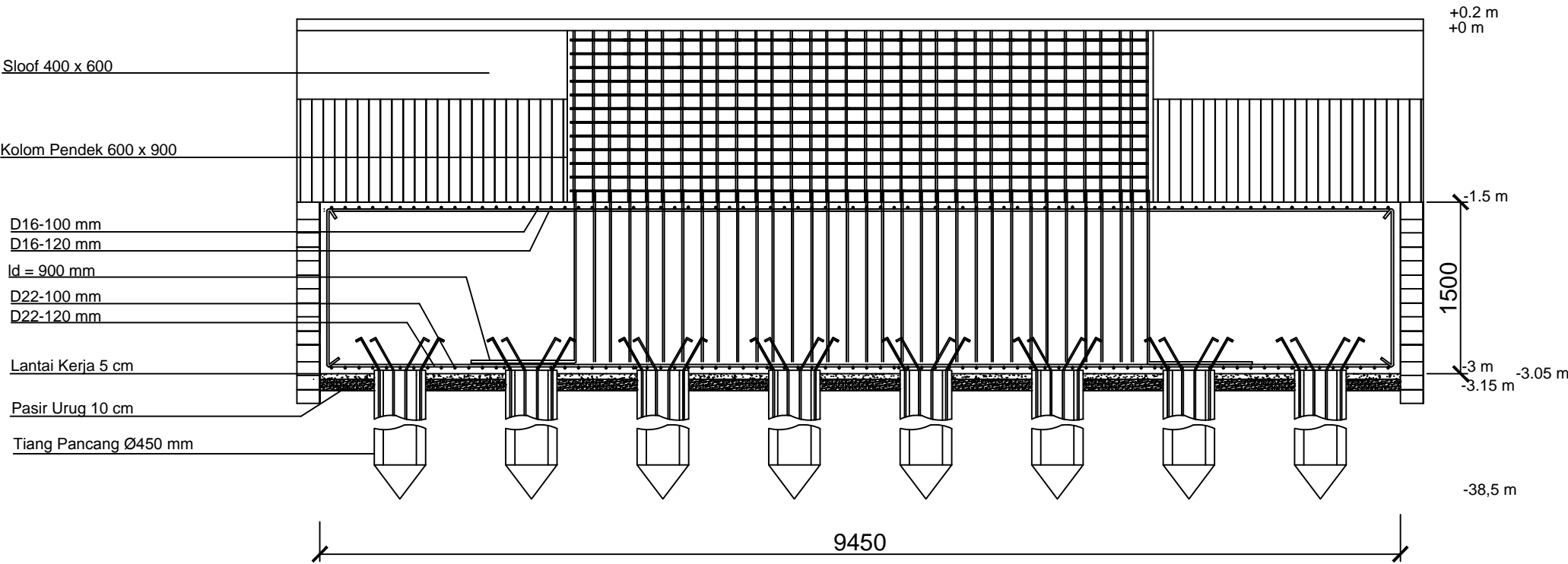
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

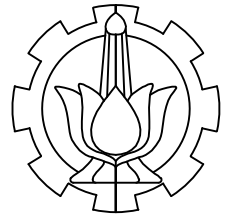
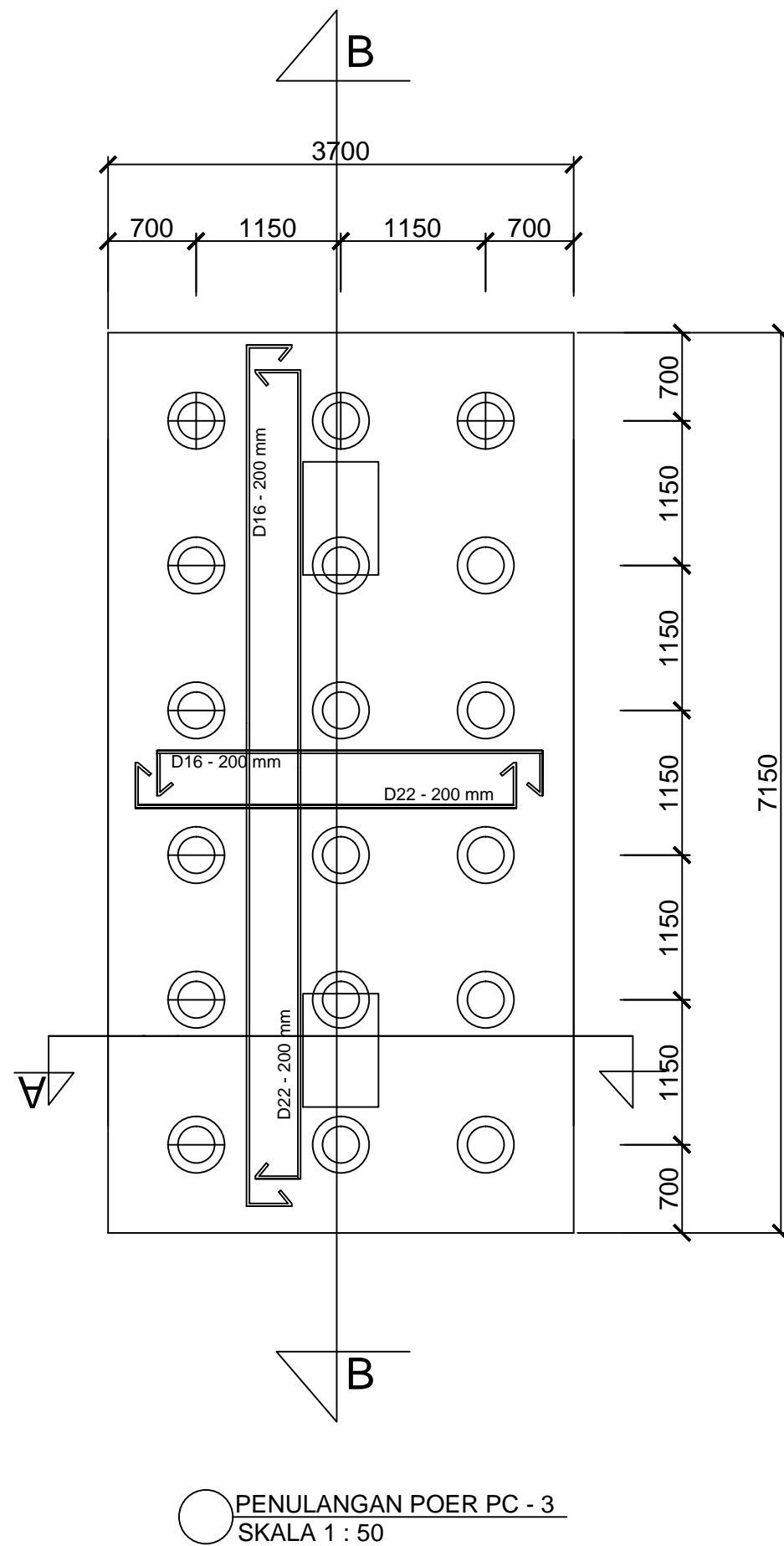
NAMA GAMBAR

DETAIL POTONGAN MEMANJANG B - B  
PONDASI PC-2

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 100
	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
63	85



POTONGAN PENULANGAN POER B - B  
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

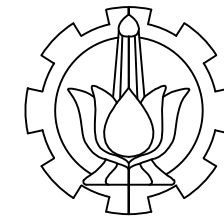
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PONDASI  
PC-3

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
64	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

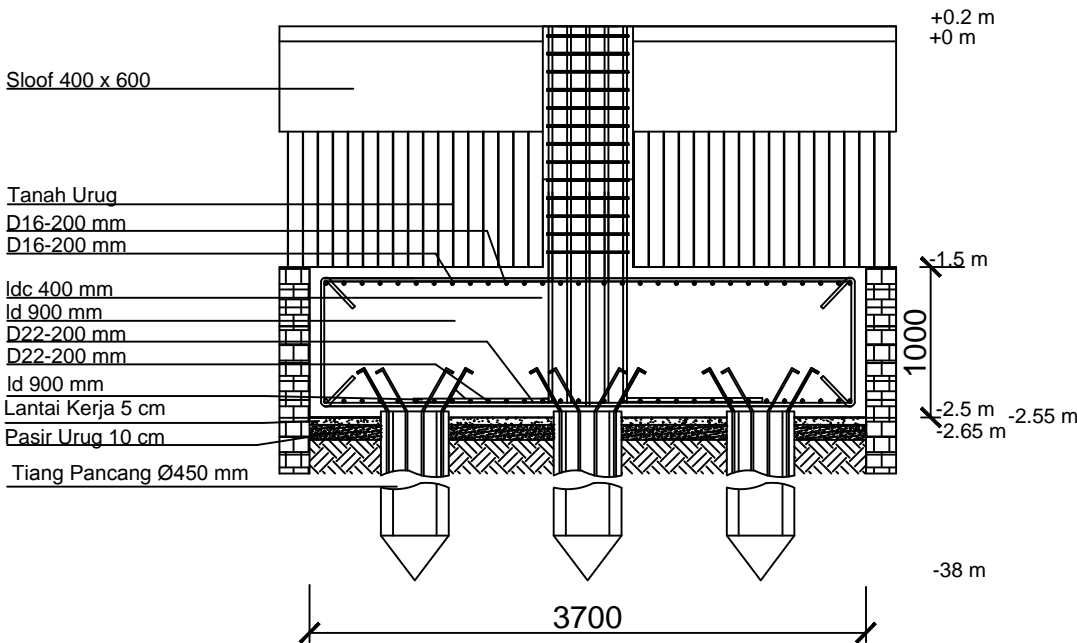
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

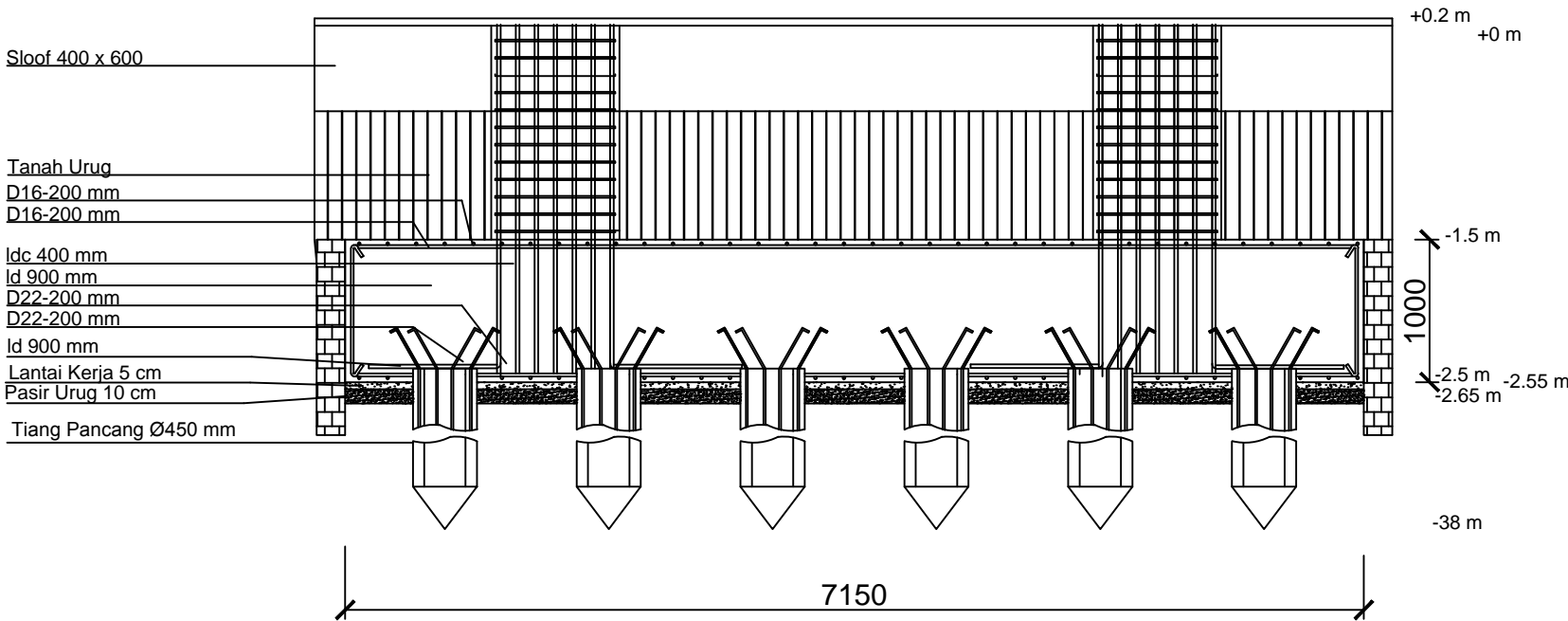
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN POTONGAN  
A - A dan B - B PONDASI PC-3

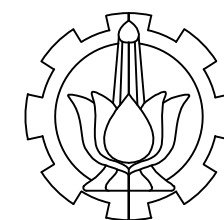
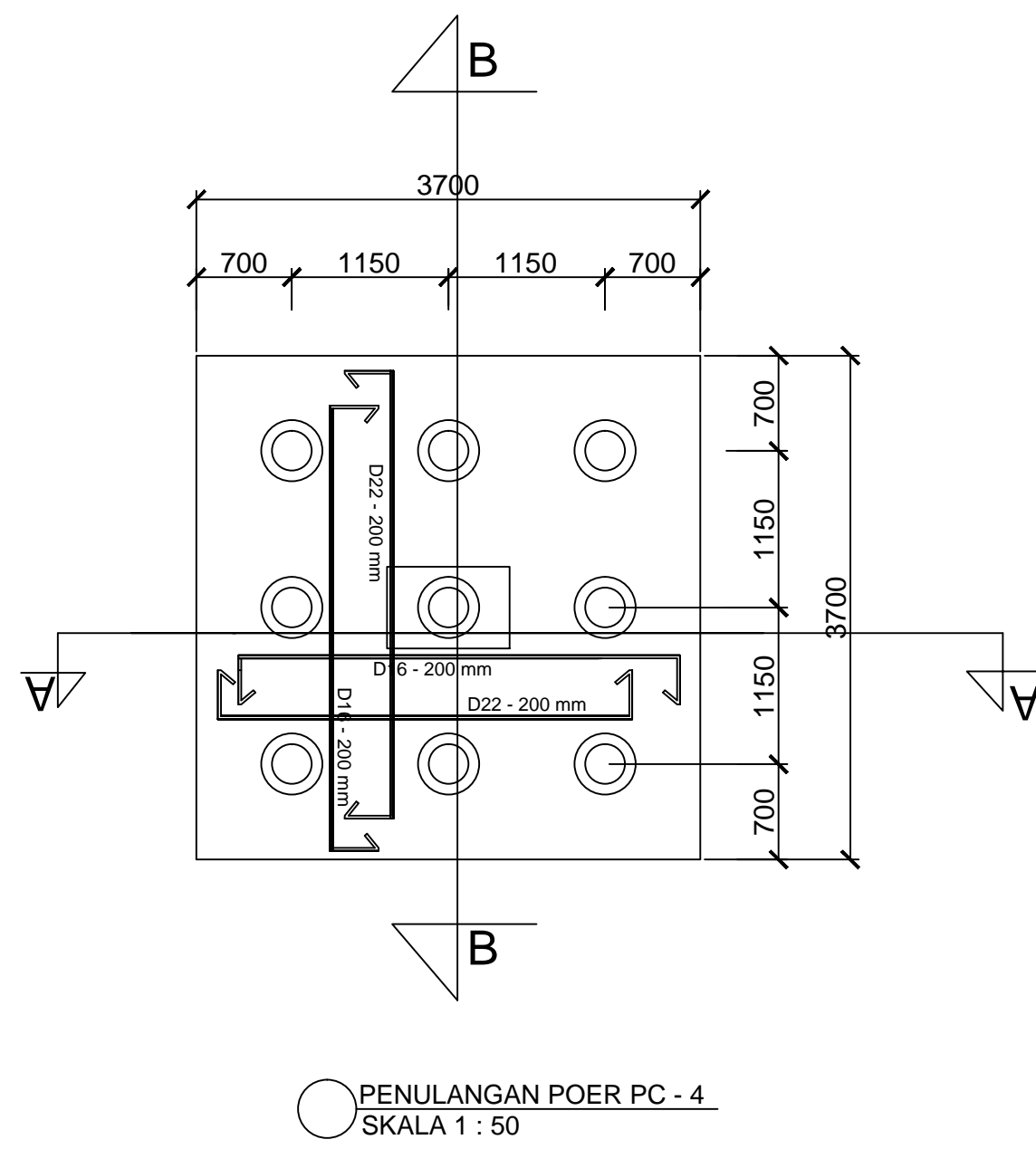
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
65	85



POTONGAN PENULANGAN POER A - A  
SKALA 1 : 50



POTONGAN PENULANGAN POER B - B  
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

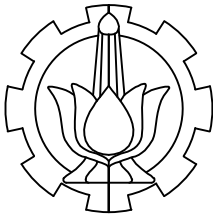
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PONDASI  
PC-4

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
66	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL POTONGAN MEMANJANG A-A  
PONDASI PC-4  
DETAIL POTONGAN MELINTANG B - B  
PONDASI PC-4

KODE GAMBAR

SKALA

STR

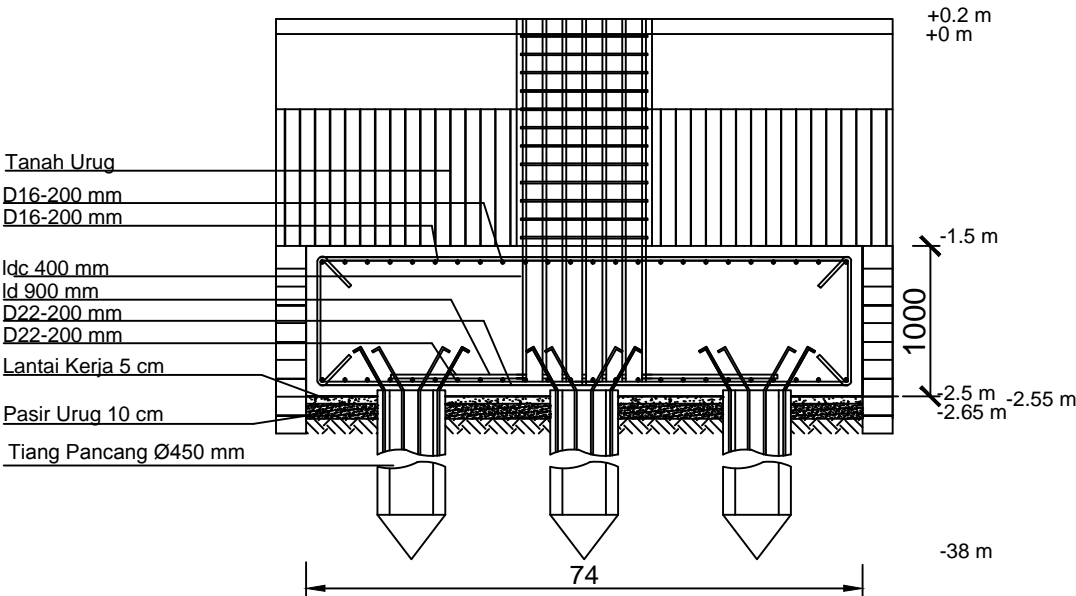
1 : 50

NO GAMBAR

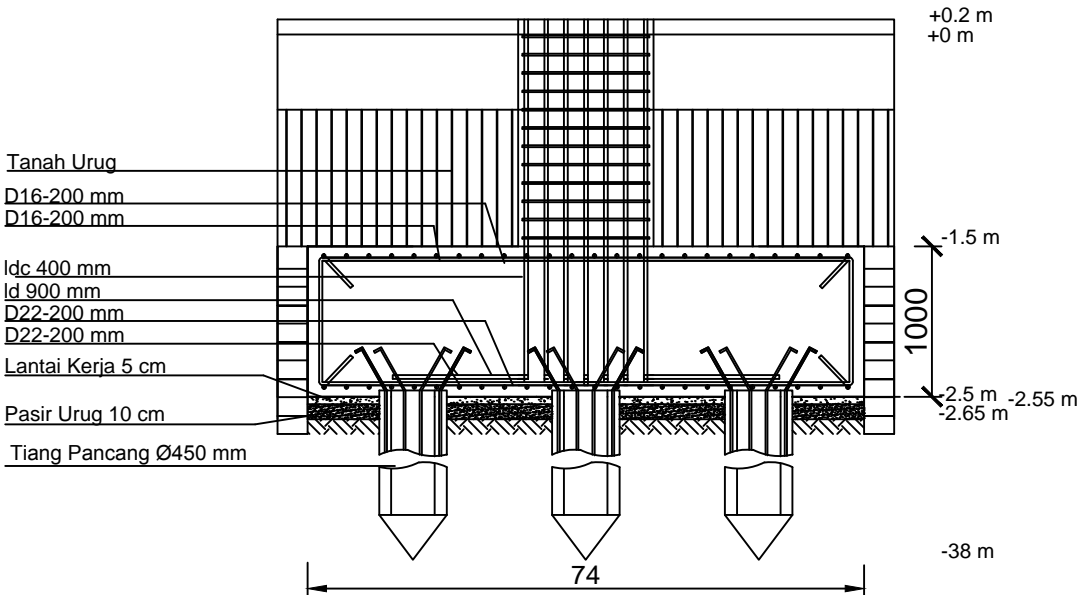
JUMLAH GAMBAR

67

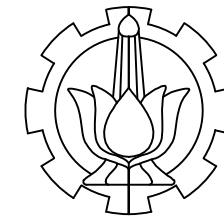
85



POTONGAN PENULANGAN POER A - A  
SKALA 1 : 50



POTONGAN PENULANGAN POER B - B  
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

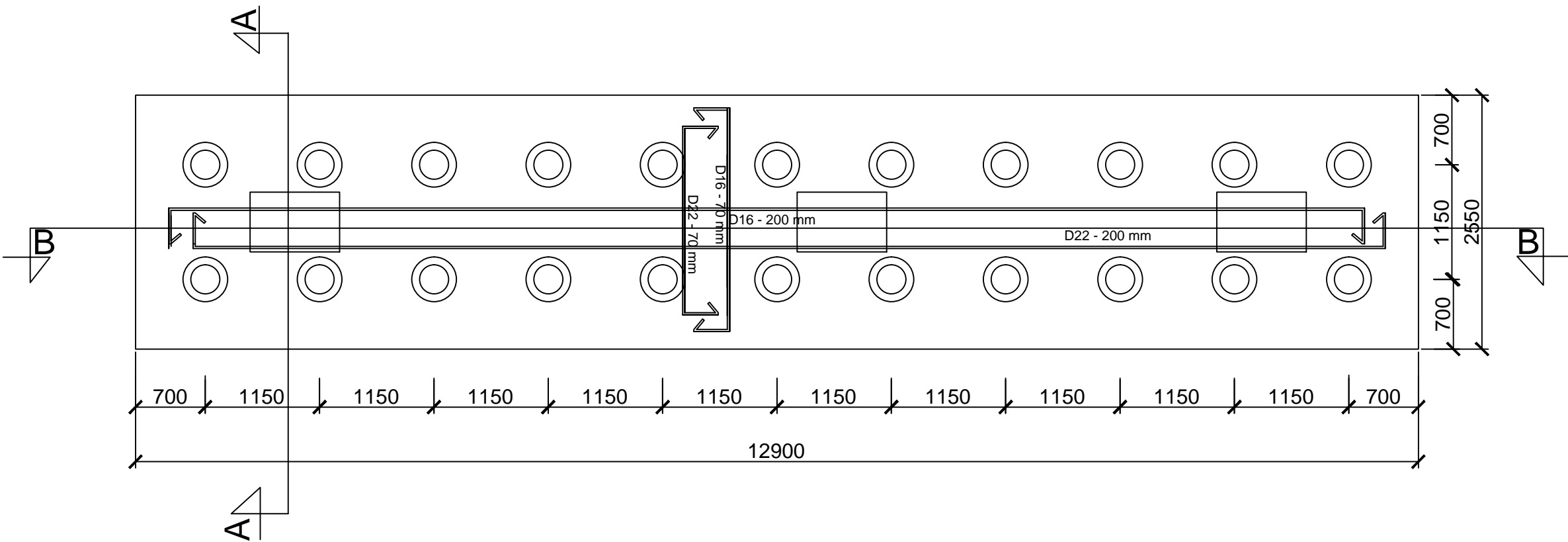
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PONDASI  
PC-5

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
68	85



○ PENULANGAN POER PC - 5  
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

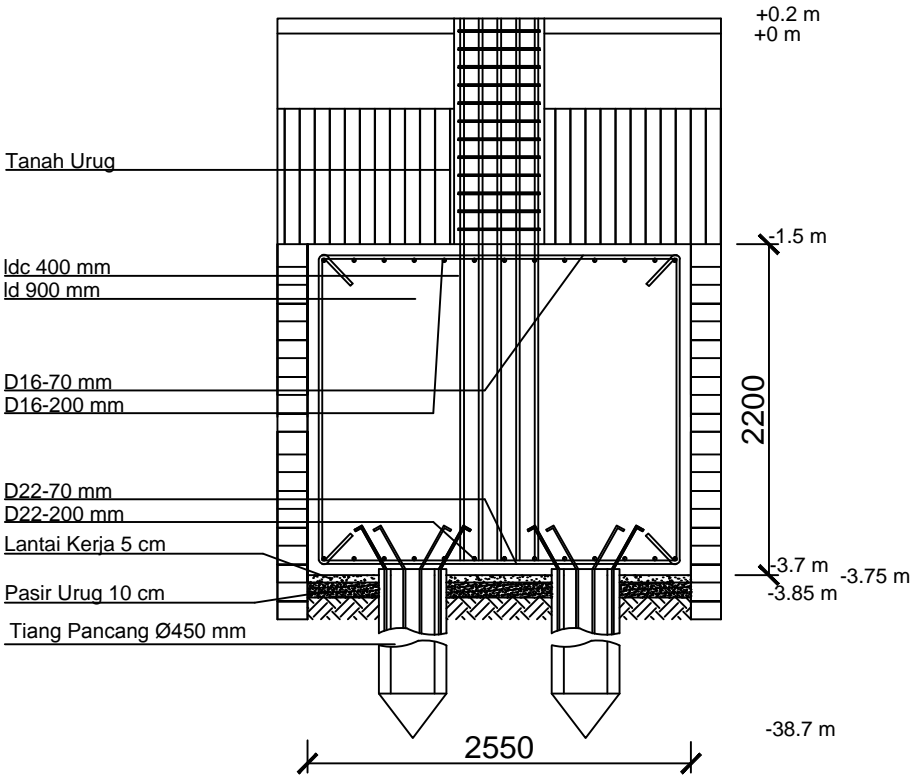
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

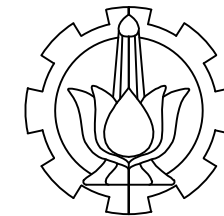
DETAIL POTONGAN MELINTANG A - A  
PONDASI PC-5

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
69	85



POTONGAN PENULANGAN POER A - A  
SKALA 1 : 50





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL POTONGAN MEMANJANG B - B  
PONDASI PC-5

KODE GAMBAR

SKALA

STR

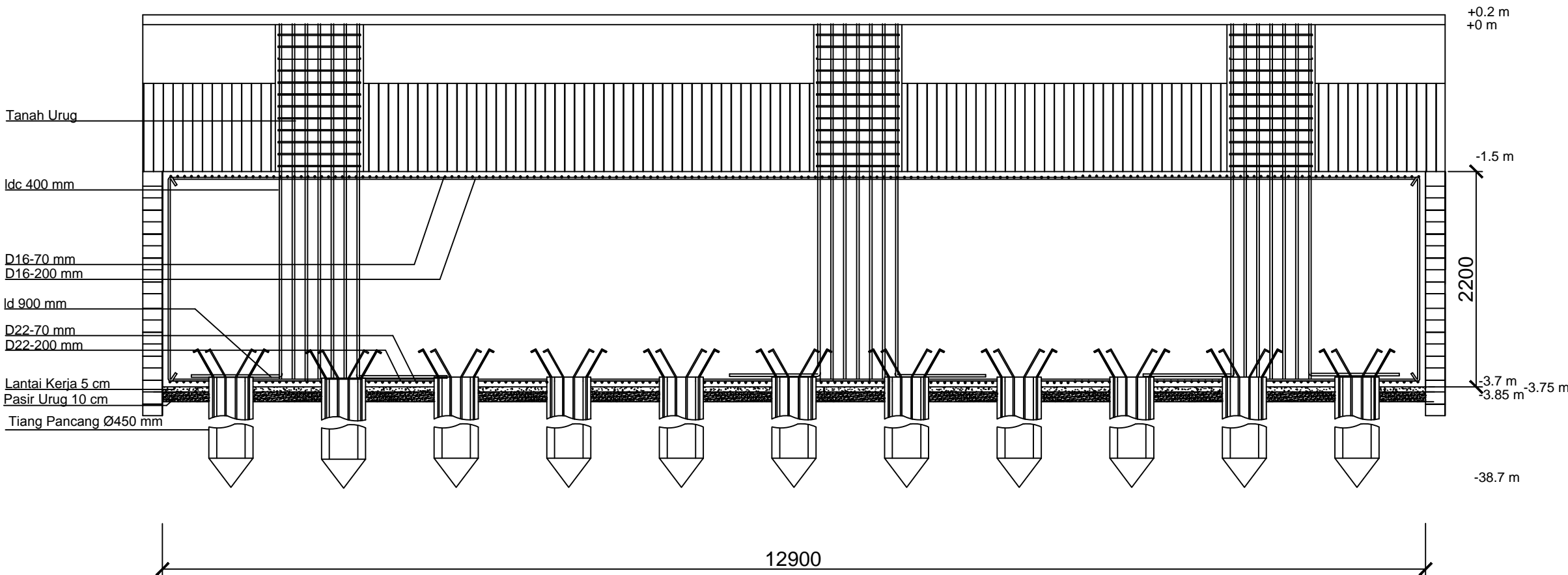
1 : 50

NO GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

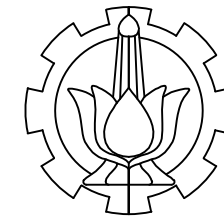
70

85



POTONGAN PENULANGAN POER B - B  
SKALA 1 : 50

<div><p>PENULANGAN POER PC - 6 SKALA 1 : 100</p></div>	<div></div> <div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS VOKASI DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL</div>
	JUDUL TUGAS AKHIR
	MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNKUT DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)
	DOSEN PEMBIMBING
	<u>Ir. SUNGKONO, CES.</u> NIP. 19591130 198601 1 001
	NAMA MAHASISWA
	<u>YOSA CITRA ADITAMA</u> NRP. 10111410000037
	KETERANGAN
	FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN KONDISI TANAH = TANAH LUNAK MUTU BETON = 35 Mpa MUTU BAJA = 390 Mpa
	NAMA GAMBAR
DETAIL PENULANGAN PONDASI PC-6	
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50 1 : 100
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
71	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

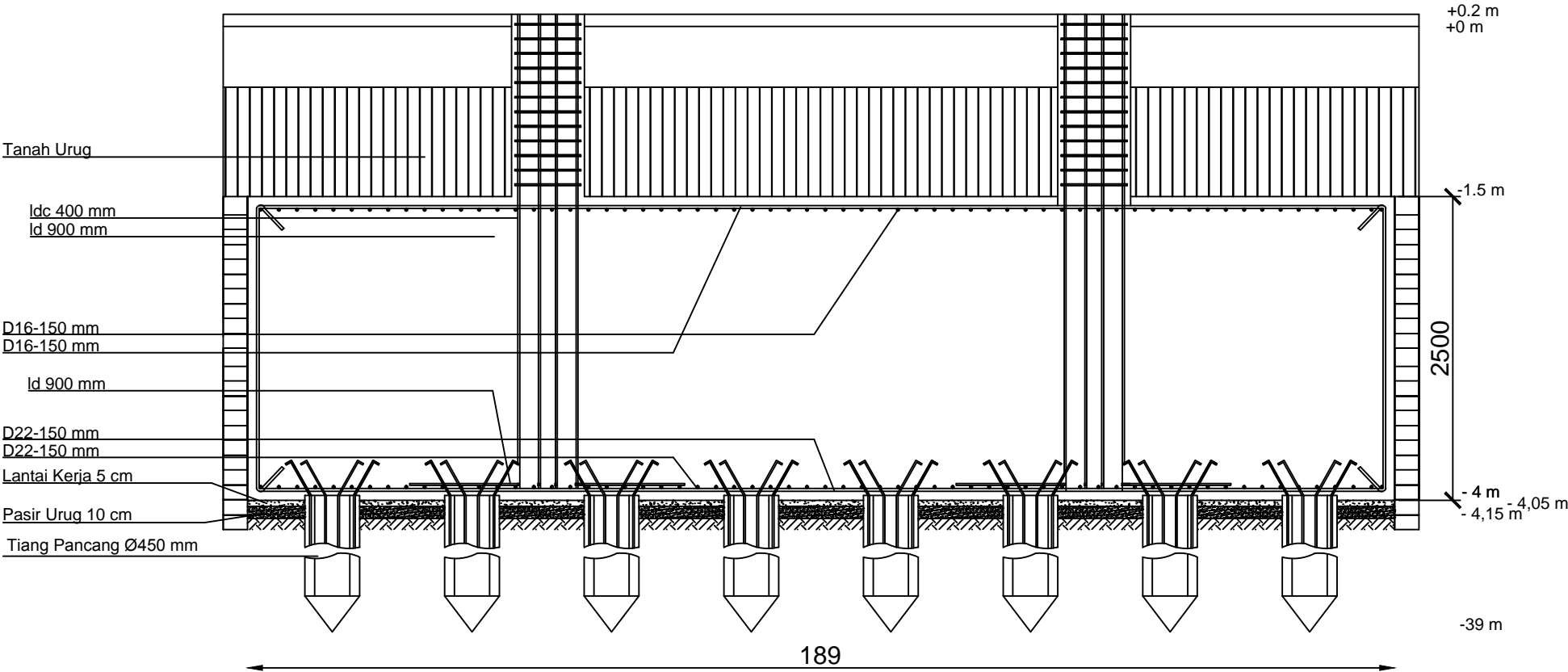
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

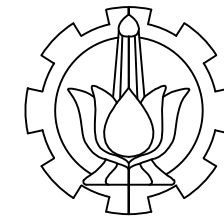
NAMA GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG  
A-A PONDASI PC-6

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
	1 : 100
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
72	85



POTONGAN PENULANGAN POER A - A  
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

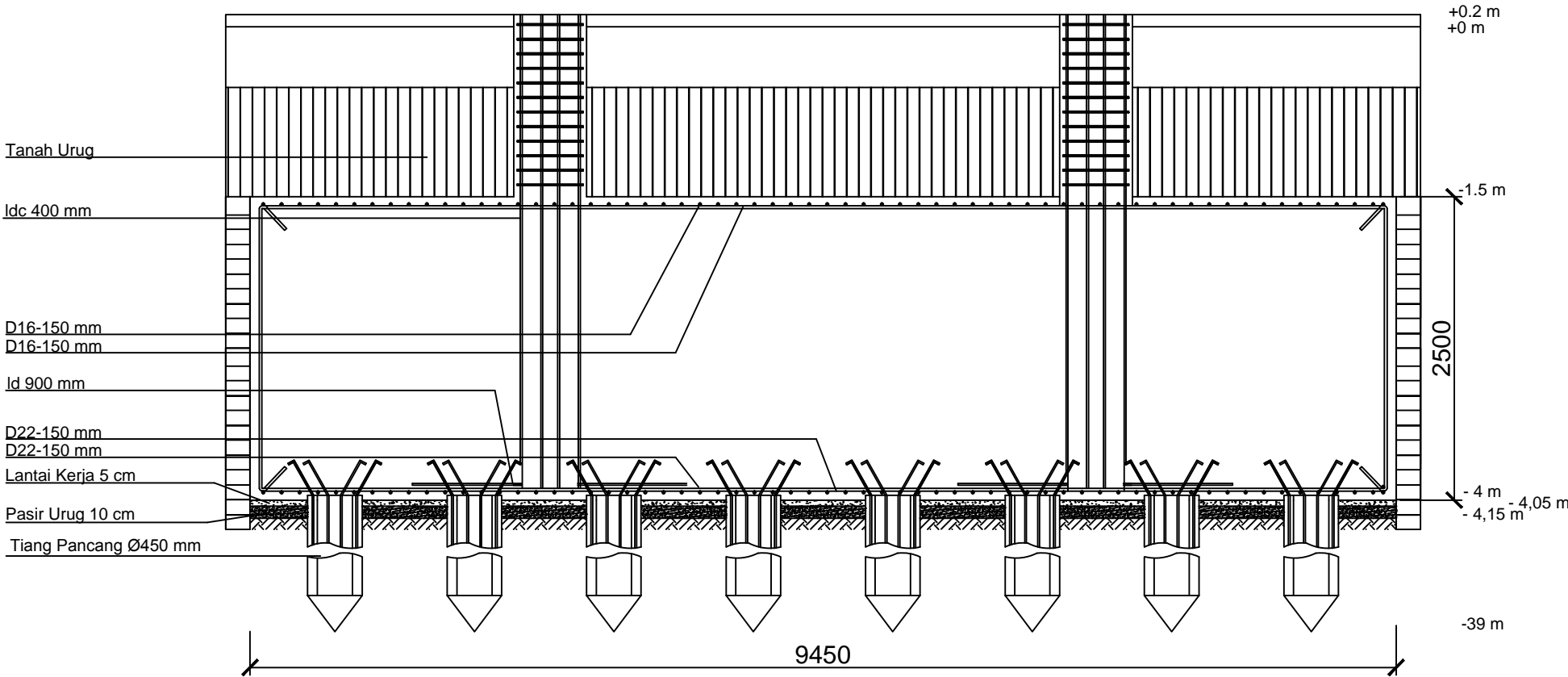
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

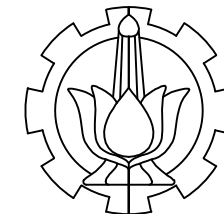
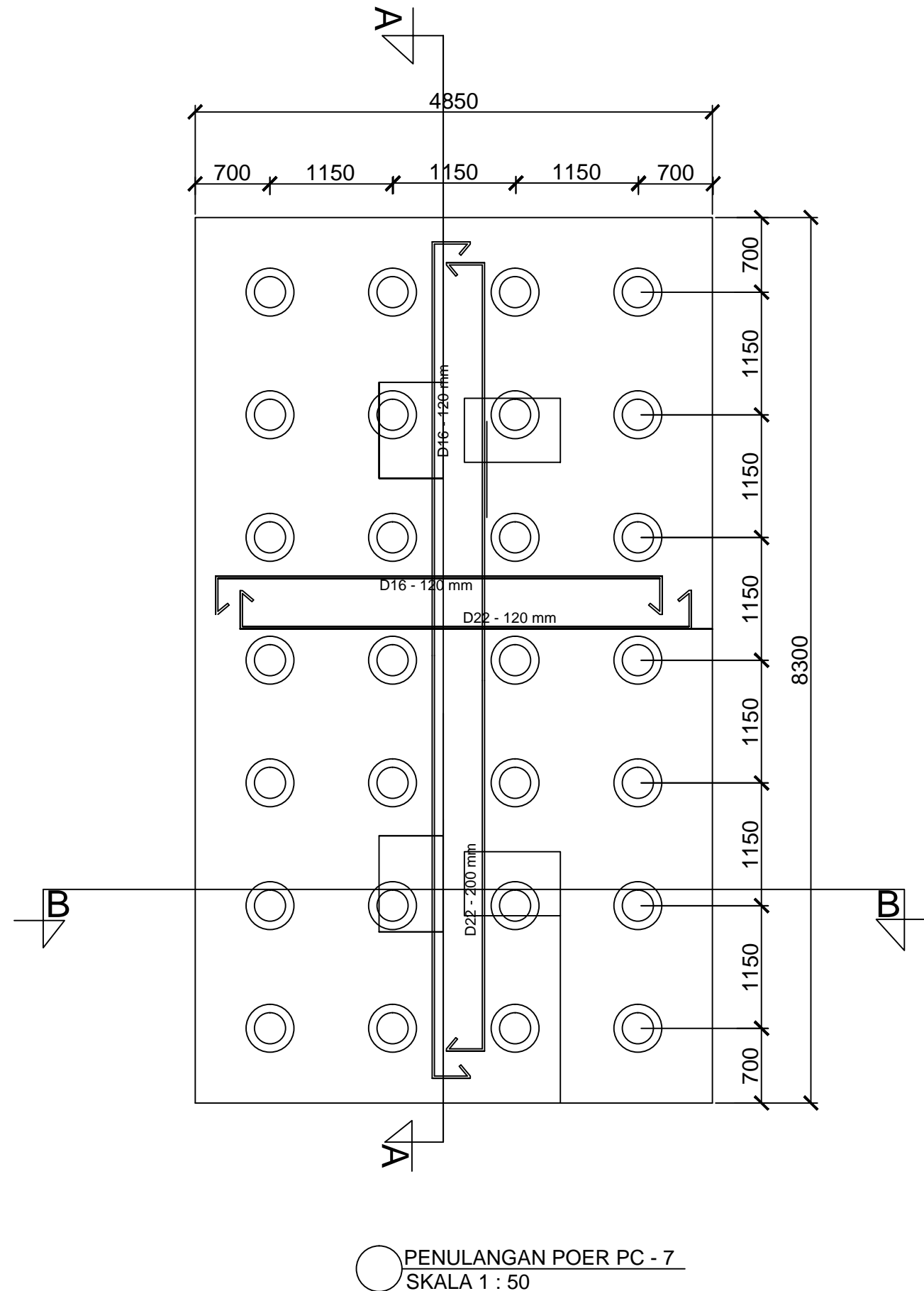
NAMA GAMBAR

DETAIL POTONGAN MEMANJANG B - B  
PONDASI PC-6

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
	1 : 100
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
73	85



POTONGAN PENULANGAN POER B - B  
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

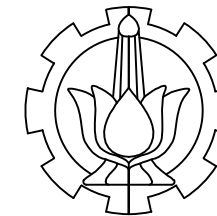
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PONDASI  
PC-7

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
74	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

## JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

## DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

## NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

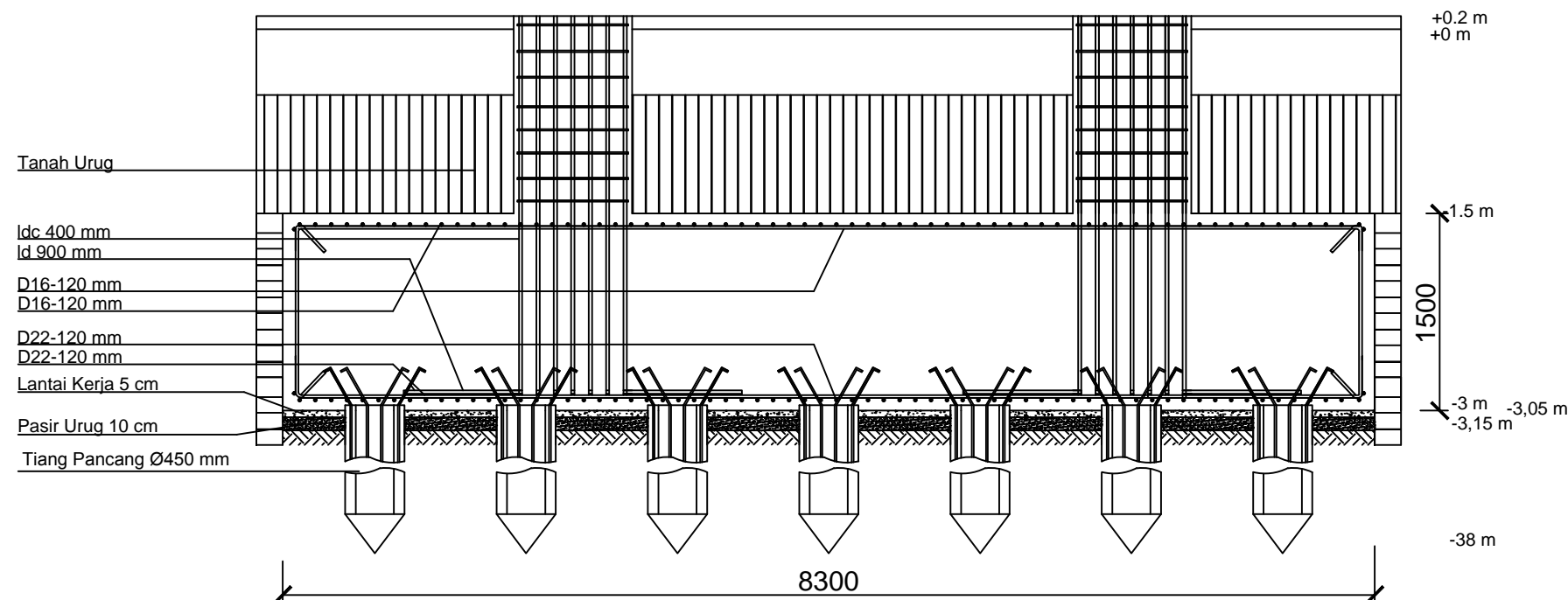
## KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

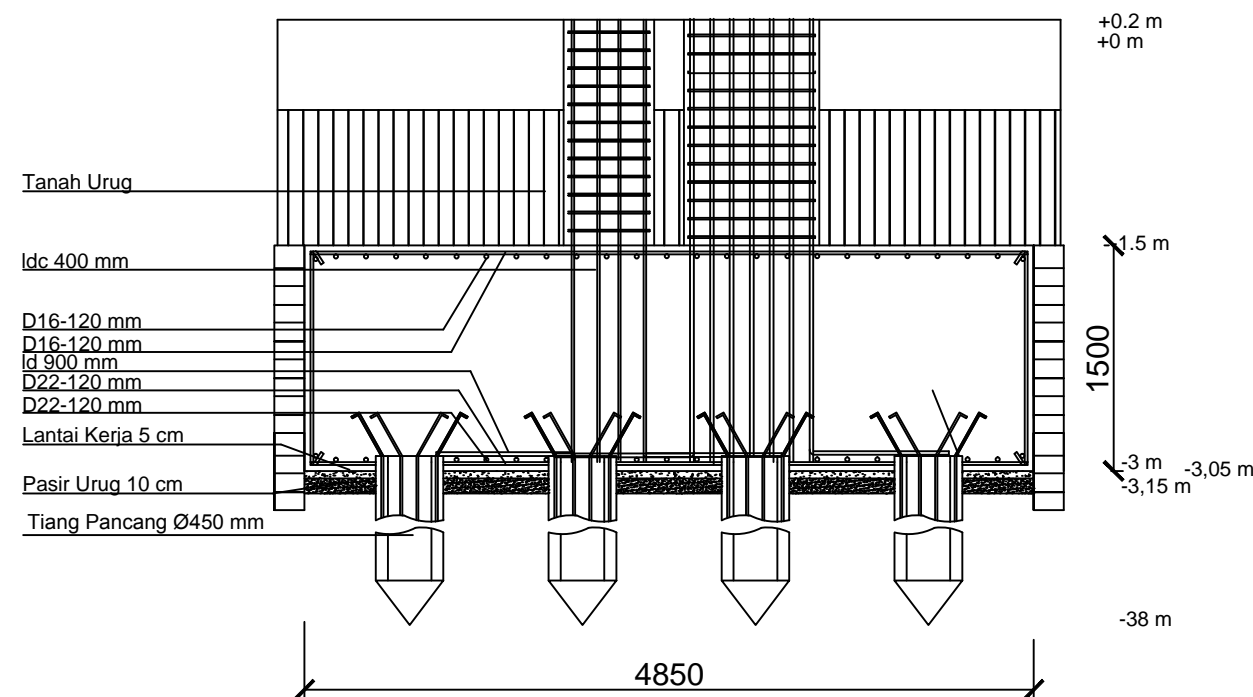
## NAMA GAMBAR

DETAIL POTONGAN A-A dan B - B  
PONDASI PC-7

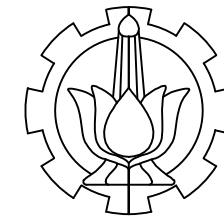
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
75	85



POTONGAN PENULANGAN POER A - A  
SKALA 1 : 50



POTONGAN PENULANGAN POER B - B  
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
= 35 Mpa  
= 40 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

PORTAL MEMANJANG EV -1,5 m sd EV 28 m

KODE GAMBAR

SKALA

STR

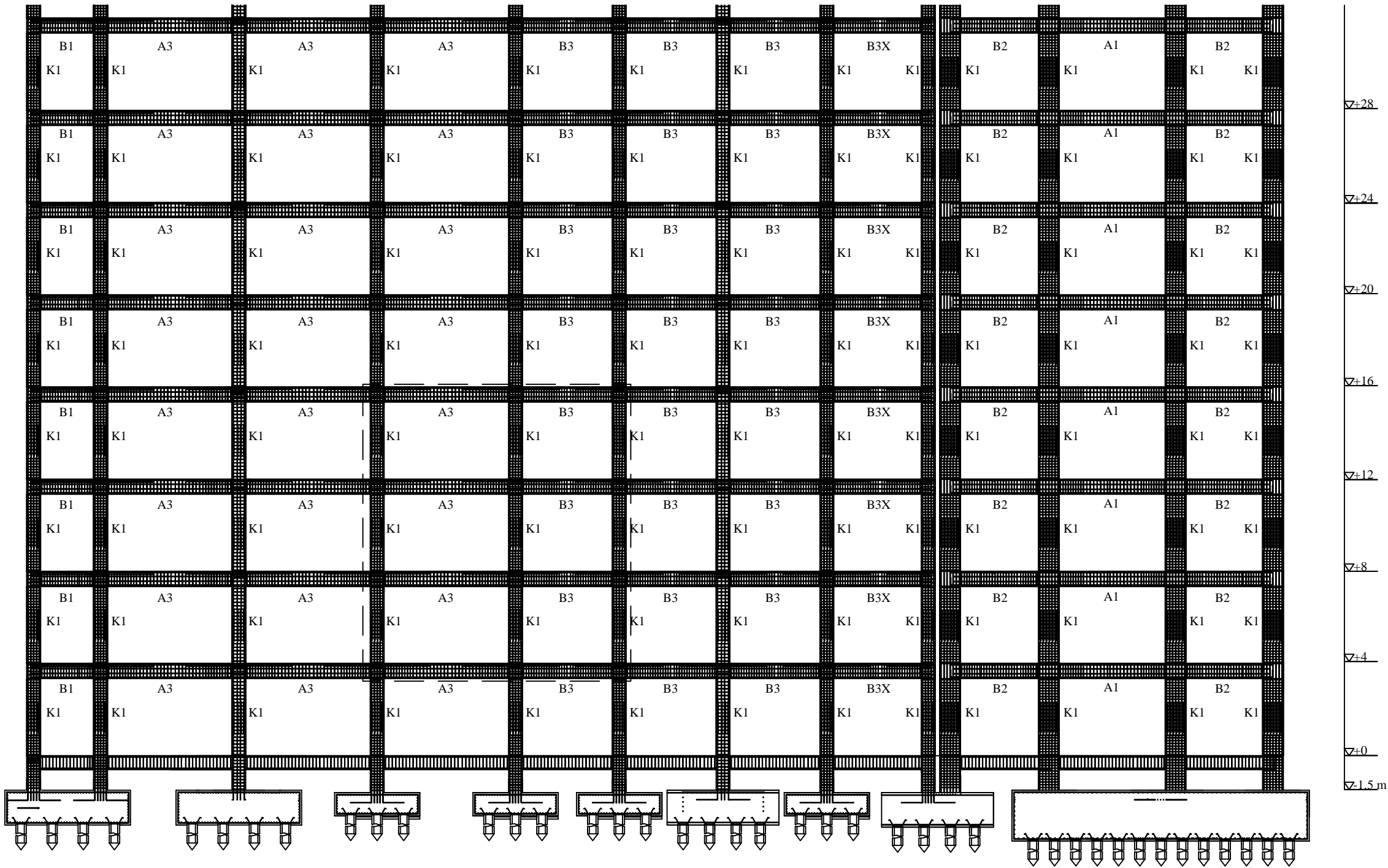
1 : 200

NO GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

76

85



PORTAL MEMANJANG SEGMENT 1  
SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

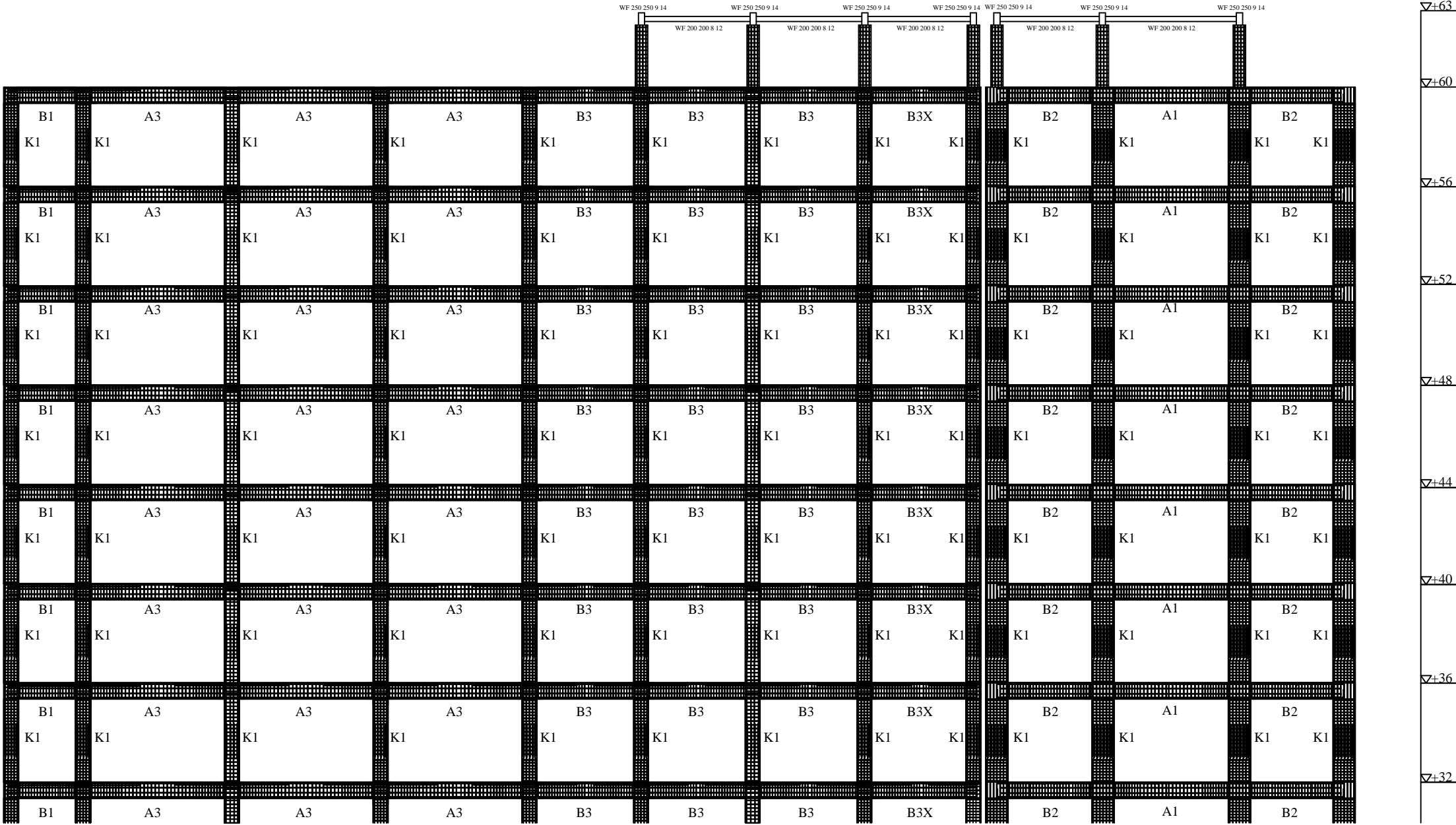
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
= 35 Mpa  
= 40 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

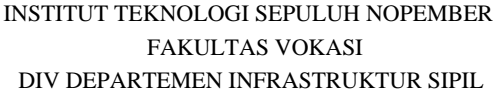
PORTAL MEMANJANG EL +32m sd +63 m

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 200
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
77	85



PORTAL MEMANJANG SEGMENT 2  
SKALA 1 : 200





## MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

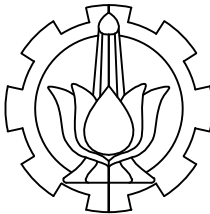
NIP. 19591130 198601 1 001

NRP. 10111410000037

FUNGSI BANGUNAN	= BANGUNAN APARTEMEN
KONDISI TANAH	= TANAH LUNAK
MUTU BETON	= 30 Mpa
	= 35 Mpa
	= 40 Mpa
MUTU BAJA	= 390 Mpa

PORTAL MELINTANG EL - 1,5 m sd +28 m

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 200
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
78	85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

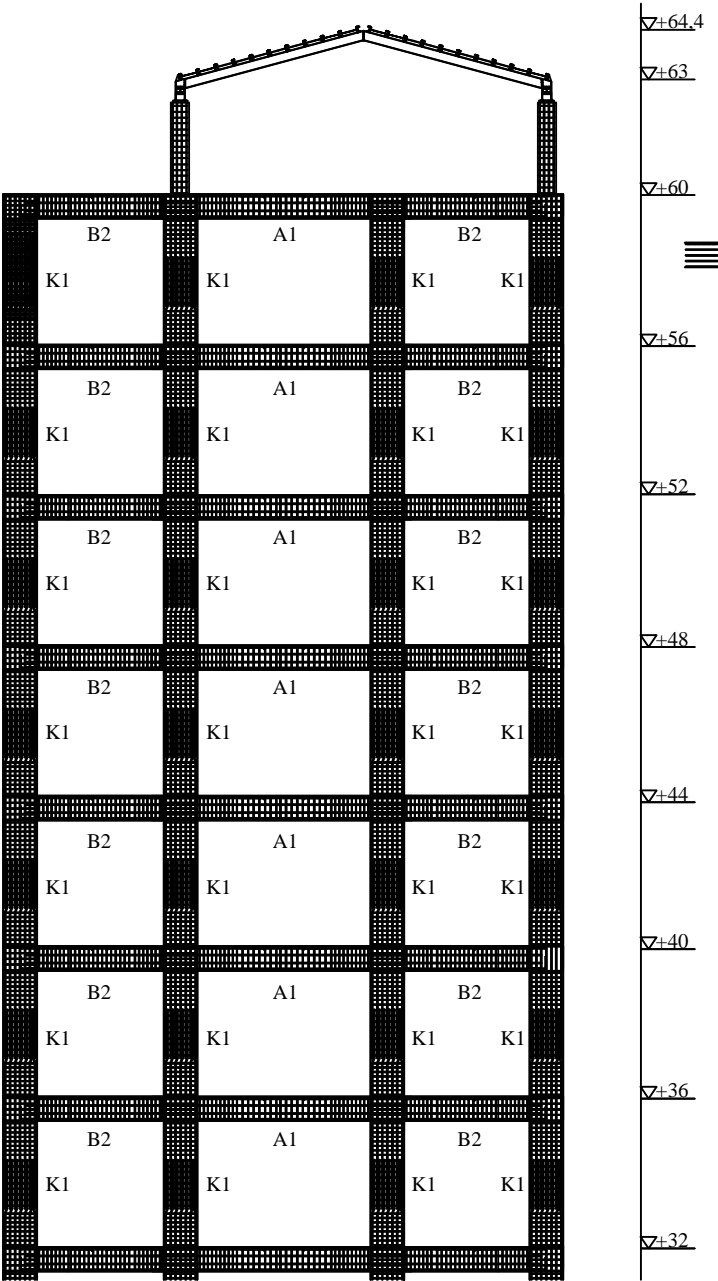
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN	= BANGUNAN APARTEMEN
KONDISI TANAH	= TANAH LUNAK
MUTU BETON	= 30 Mpa
	= 35 Mpa
	= 40 Mpa
MUTU BAJA	= 390 Mpa

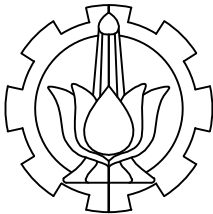
NAMA GAMBAR

PORTAL MEMANJANG EL +32m sd +64,4 m

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 200
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
79	85



PORTAL MELINTANG SEGMENT 2  
SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 30 Mpa  
= 35 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

NAMA GAMBAR

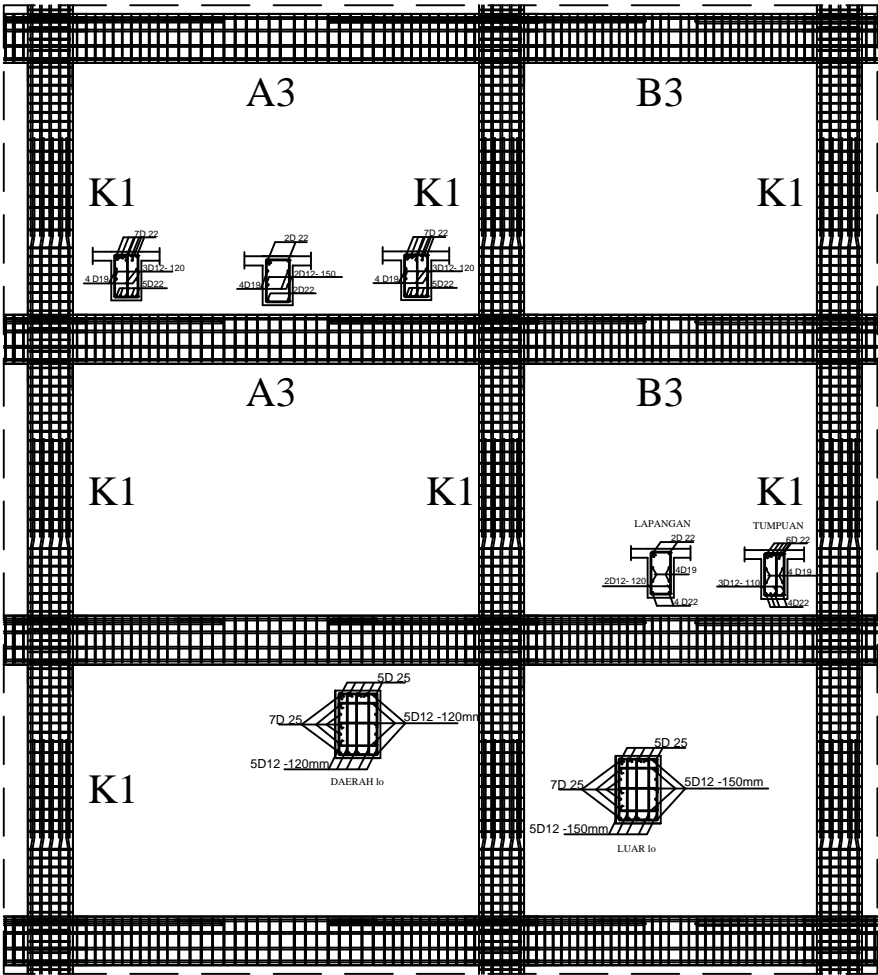
PORTAL MEMANJANG

KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

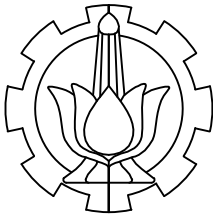
STR	1 : 100
-----	---------

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
-----------	---------------

80	85
----	----



DETAIL PORTAL MEMANJANG  
SKALA 1 : 100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN SHEAR WALL ( DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNKONO, CES.  
NIP. 19591130 198601 1 001

NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP. 10111410000037

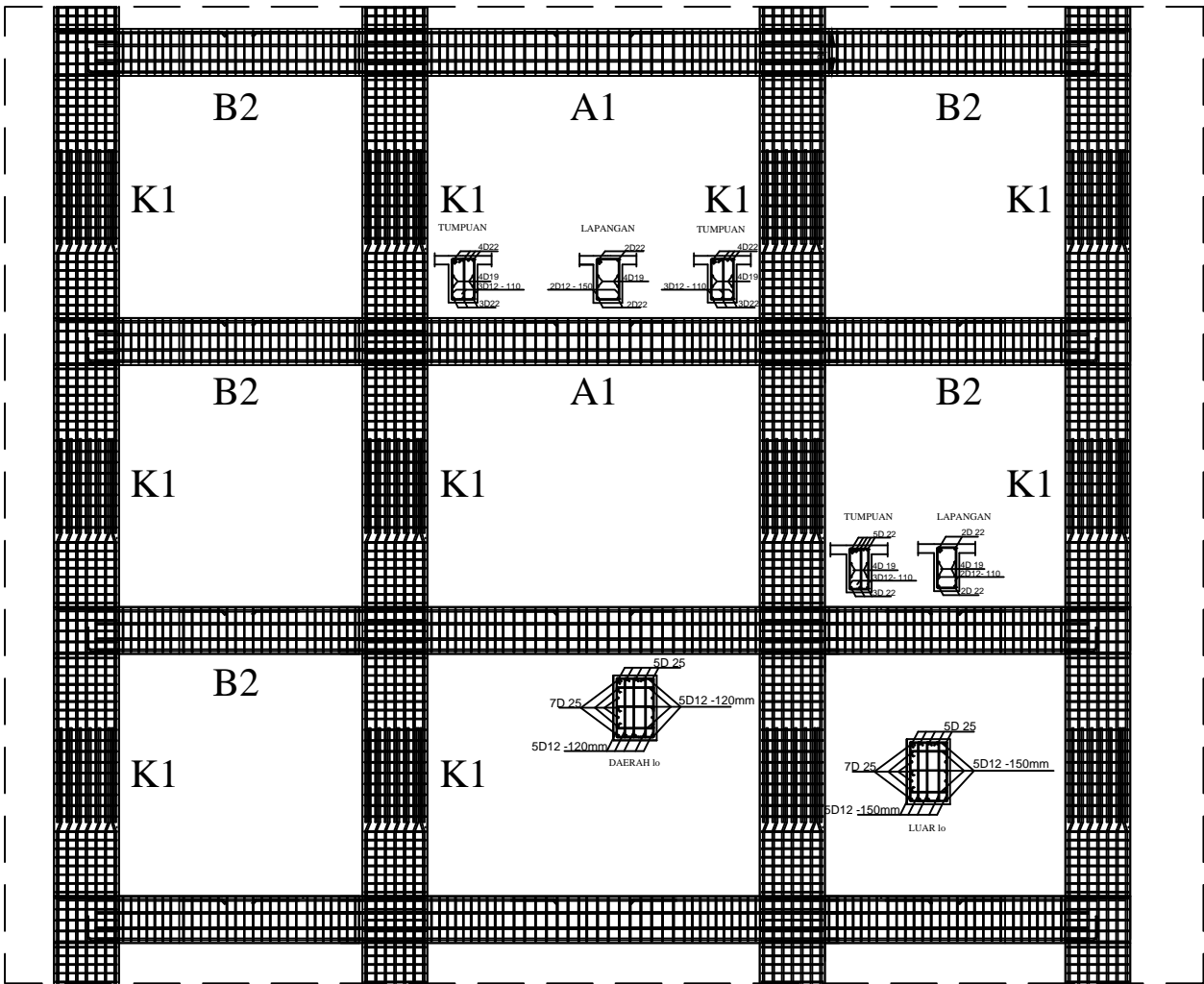
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BETON = 35 Mpa  
= 30 Mpa  
MUTU BAJA = 390 Mpa

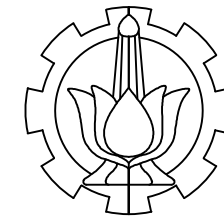
NAMA GAMBAR

DETAIL PORTAL MELINTANG

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 100
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
81	85



DETAIL PORTAL MELINTANG  
SKALA 1 : 100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG  
APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN  
SHEARWALL (DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir SUNGKONO CES  
NIP :

195911301986011001  
NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP : 10111410000037

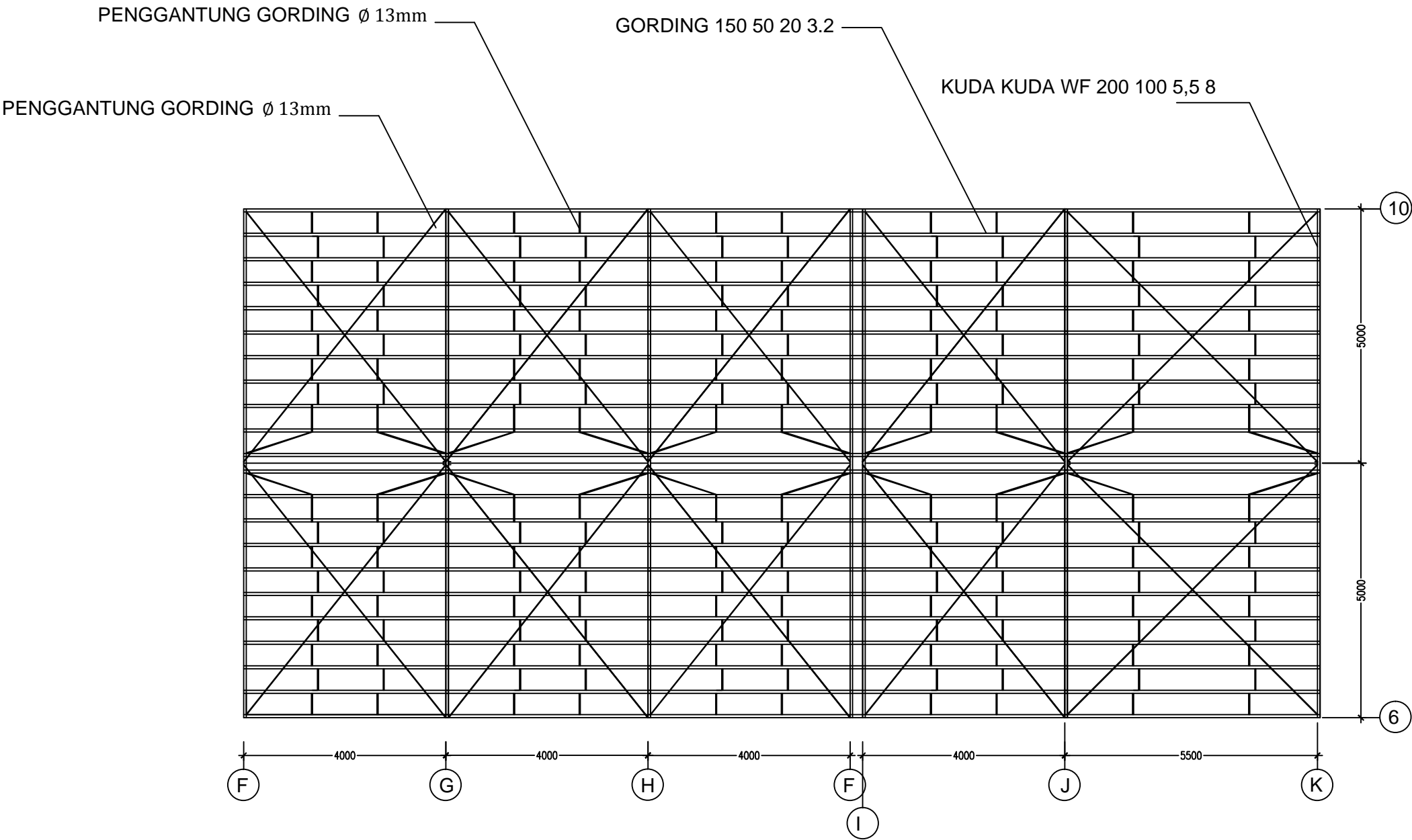
KETERANGAN

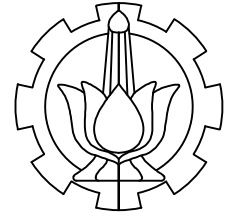
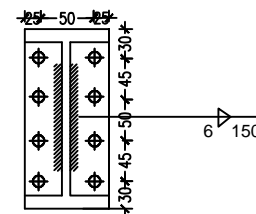
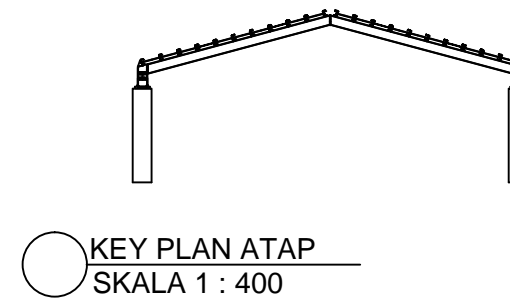
FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BAJA = BJ 37

NAMA GAMBAR

RENCANA ATAP BAJA

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 100
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
82	85





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

**MODIFIKASI GEDUNG  
APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN  
SHEARWALL (DUAL SISTEM)**

DOSEN PEMBIMBING

Ir SUNGKONO CES  
NIP :

195911301986011001  
NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP : 10111410000037

### KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN	= BANGUNAN APARTEMEN
KONDISI TANAH	= TANAH LUNAK
MUTU BAJA	= BJ 37

NAMA GAMBAR

### DETAIL ATAP KUDA KUDA

KODE GAMBAR

SKALA

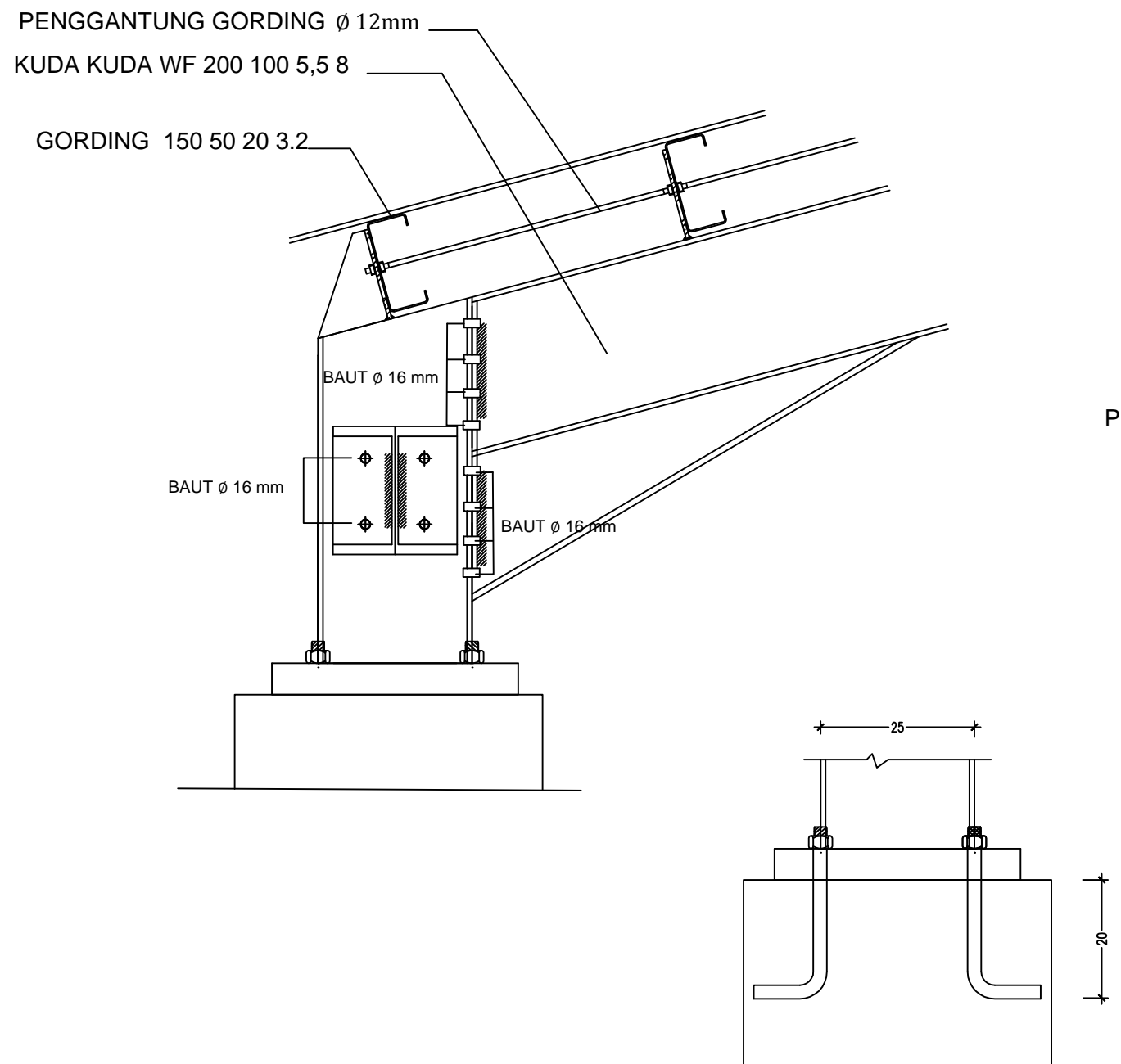
STR

NO GAMBAR

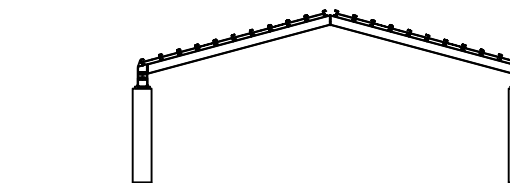
Jumlah Gambar

83

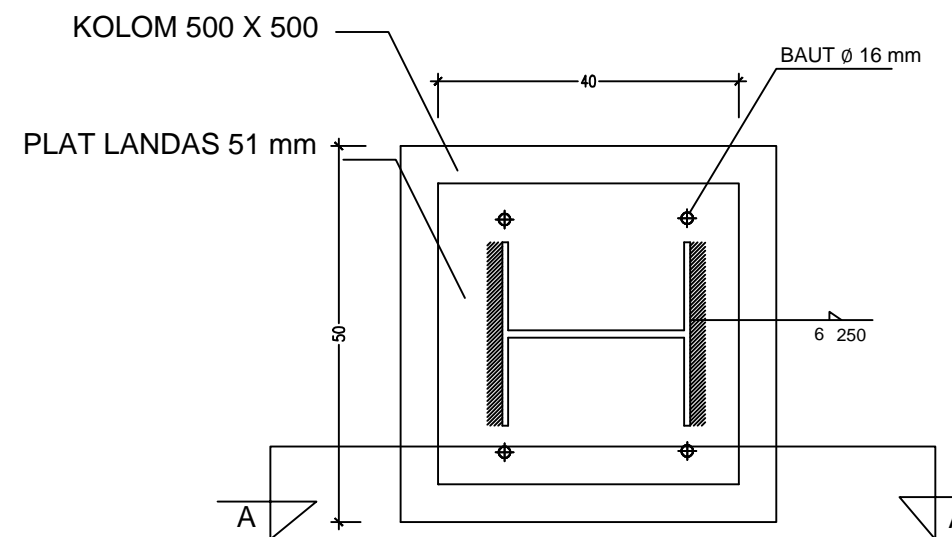
85



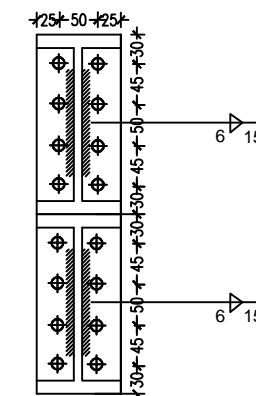
DETAIL SAMBUNGAN KOLOM - BALOK  
SKALA 1 : 10



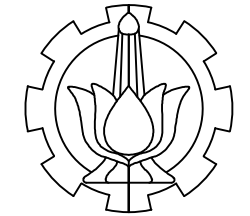
KEY PLAN ATAP  
SKALA 1 : 400



DETAIL SAMBUNGAN PLAT PLAT LANDAS  
SKALA 1 : 10



DETAIL SAMBUNGAN KUDA KUDA - KOLOM  
SKALA 1 : 10



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG  
APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN  
SHEARWALL (DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir SUNKONO CES  
NIP :

195911301986011001  
NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP : 10111410000037

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BAJA = BJ 37

NAMA GAMBAR

DETAIL ATAP BAJA

KODE GAMBAR

SKALA

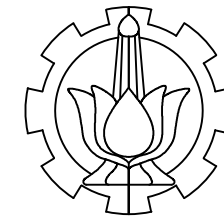
STR

NO GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

84

85



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIV DEPARTEMEN INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI GEDUNG  
APARTEMEN MENARA RUNGKUT  
DENGAN SRPMK DAN  
SHEARWALL (DUAL SISTEM)

DOSEN PEMBIMBING

Ir SUNGKONO CES  
NIP :

195911301986011001  
NAMA MAHASISWA

YOSA CITRA ADITAMA  
NRP : 10111410000037

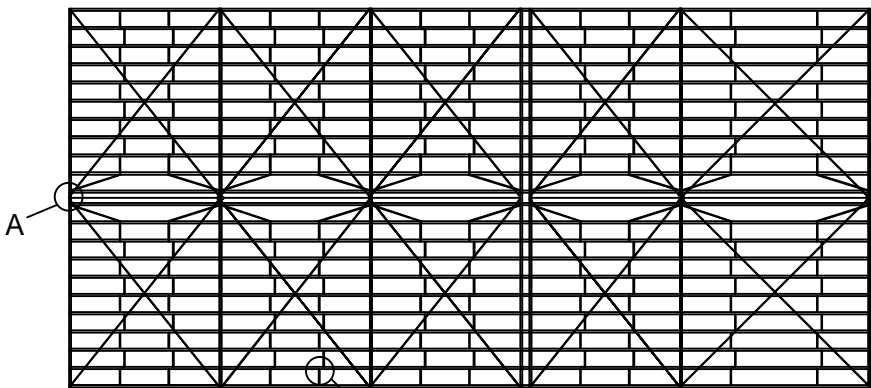
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = BANGUNAN APARTEMEN  
KONDISI TANAH = TANAH LUNAK  
MUTU BAJA = BJ 37

NAMA GAMBAR

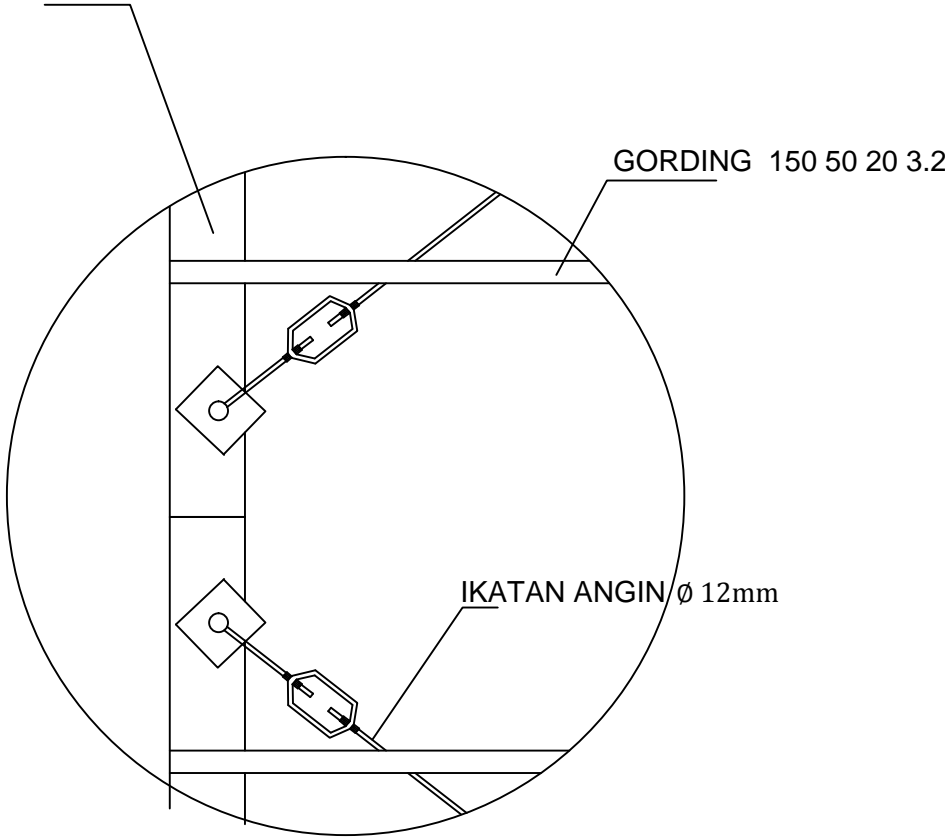
DETAIL ATAP BAJA

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 50
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
85	85

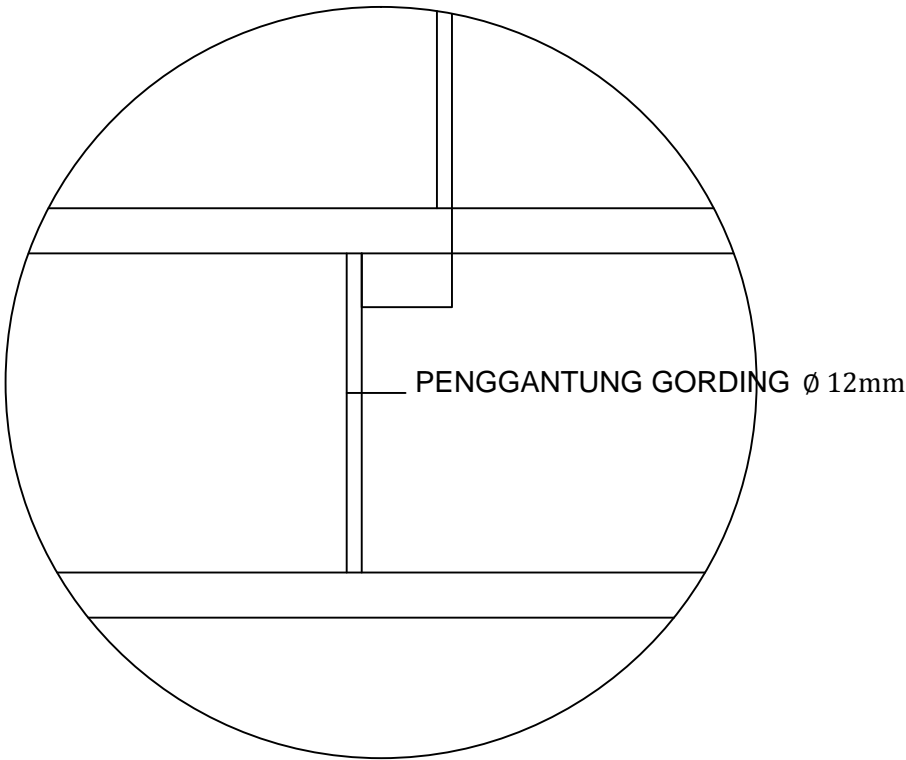


KEY PLAN ATAP  
SKALA 1 : 200

KUDA KUDA WF 200 200 8 12



DETAIL A IKATAN ANGIN  
SKALA 1 : 10



DETAIL B PENGANTUNG GORDING  
SKALA 1 : 10